Magnetfeld und Magnetisierung der Basaltvorkommen im Raum von Kemnath (Oberpfalz)

Eglal Refai

1961

MAGNETFELD UND MAGNETISIERUNG DER BASALTVORKOMMEN IM RAUM VON KEMNATH (OBERPFALZ).

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt
von
Eglal Mohammad REFAI
aus
Heliopolis, Kairo
Ägypten
Dezember 1960

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

1. Berichterstatter: Prof. Dr. C. Angenheister
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Albert Maucher

Tag der mündlichen Prüfung: 25. 1. 1961

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort

1. Einleitung 1
2. Die Basaltvorkommen in der Oberpfalz 2
3. Die Vermessung der magnetischen Störfelder (Basaltvorkommen im Gebiet von Kemnath)..... 10
4. Die Berechnung der magnetischen Anomalie von Modellstörkörpern, die den hier zu untersuchenden geologischen Körpern angepaßt sind 29
5. Die Ergebnisse der Berechnungen 39
6. Die Tektonik in der Umgebung der Basaltvorkommen der Oberpfalz und die Entstehung der letzteren 46
7. Die Petrographie der untersuchten Basalte .. 51
8. Zur Magnetisierung der Basalte im Raum von Kemnath 58
9. Zusammenfassung 70
10. Abbildungen 72
11. Literaturnachweis 78

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555209_0066

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Angewandte Geophysik der Universität München angefertigt. Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. G. Angenheister. Für seine Anleitungen, die er mir immer wieder während meiner Untersuchungen hat zuteil werden lassen, möchte ich auch an dieser Stelle besonders herzlich danken.

Besonders danken möchte ich auch Herrn Priv.-Doz.Dr.O.Förtsch für wertvolle Hinweise und die Durchsicht des Manuskriptes hinsichtlich der deutschen Stilisierung, Herrn Dr. G. Voll für die Diskussion der petrographischen Untersuchungen und den Angehörigen des Geophysikalischen Observatoriums der Universität München zu Fürstenfeldbruck für die Justierung der Feldwaagen und Überlassung der Registrierungen.

Ferner danke ich allen Lehrern und Kommilitonen, die mir als ausländischer Studentin geholfen haben, besondere Schwierigkeiten zu überwinden.

1. Einleitung.

Die der Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungen werden an Basaltkörpern ausgeführt, die im Raum Kemnath als Gebiete vorkommen. Vermessungen des magnetischen Störfeldes solcher Basaltkörper sind dort wegen der verhältnismäßig einfachen geometrischen Formen sehr erleichtert. Auf der gleichen Voraussetzung beruhen die gewonnenen Berechnungen des magnetischen Eigenfeldes. Der Vergleich zwischen den gemessenen und den errechneten Profilen soll uns über die Form und die Erstreckung des Basaltes Auskunft geben.

Messungen an anderen Lokalitäten haben gezeigt, daß positive und negative Anomalien [1] nebeneinander vorkommen. Es ist heute noch nicht endgültig geklärt, auf welche Ursache diese Erscheinung zurückzuführen ist. Die vorliegende Untersuchung kann weiteres Beobachtungsmaterial zu dieser Problemstellung, welche heute mit dem Paläomagnetismus in Zusammenhang gebracht wird, liefern.

Der Zusammenhang zwischen der magnetischen Anomalie, den Magnetisierungsverhältnissen orientierter Gesteinsproben und der petrographisch-mineralogischen Ausbildung des Gesteins erweiterte das Arbeitsfeld auf die entsprechenden Gebiete. Wie weit man in diesem Rahmen Schlüsse ziehen kann, sollen die Untersuchungen zeigen.

Die Arbeit versucht einen allgemeinen Überblick über das Magnetfeld und die Magnetisierung von einfach gestalteten Basaltkörpern zu gewinnen.

---

[1] siehe Definition S. 11

2. Die Basaltvorkommen in der Oberpfalz.

GÜMBEL (1868) bringt die Basaltvorkommen in der Oberpfalz in Verbindung mit den Vorkommen im böhmischen Mittelgebirge und betrachtet sie als deren Fortsetzung in westlicher Richtung. Auf bayerischem Gebiet lassen sich die basischen Extrusiva in zwei Bezirke unterteilen. Im östlichen Teil, der im Gebiet des Reichsforstes zwischen Wiesau-Mitterteich und Marktredwitz liegt, kommen die Basalte in ausgedehnten Decken vor, wie z.B.am Teichelberg. Dieses Beispiel wurde in neuerer Zeit von SCHELLNER (1958) geologisch und petrographisch näher untersucht. Im Gegensatz zum östlichen Teil finden wir im westlichen fast nur Basaltkuppen. Die Verbreitung der Basaltvorkommen in der Oberpfalz ist im Vergleich zu den anderen, gleichalterigen in Deutschland als sehr klein zu bezeichnen. Auf der von LARISCH (1957) zusammengestellten Karte der Verbreitung der tertiären Eruptivgesteine, die in Fig.1 wiedergegeben ist, lassen sie sich nur als Punkt darstellen. Den Zusammenhang zwischen den böhmischen und bayerischen Eruptivgesteinsvorkommen soll in Fig.2 die von SCHELLNER (1958)zusammengestellte Karte veranschaulichen. Die vorliegende Arbeit befaßt sich nur mit dem westlichen Teil der bayerischen Eruptiva, mit den Basaltkuppen im Raum von Kemnath. Eine Spezialkarte derselben zeigt Fig.3. Mit Ausnahme des Parksteins,der weit abseits von den übrigen liegt, sind alle eingetragen. Es sind dies:

1. Der Schloßberg und die ihm benachbarten, strukturell mit ihm zusammenhängenden Galgenberg und Kusch. Alle drei liegen fast auf einer NE - SW verlaufenden Linie von etwa 1 km Länge.
2. Der Kuschberg bei Atzmannsberg.
3. Der Ansenberg.
4. Der Rauhe Kulm und die in seiner Nähe gelegenen Kuppen: Kuhhübel, Lerchenbühl und Staudenbühl. Diese liegen östlich und südöstlich vom Rauhen Kulm. Westlich von ihm befindet sich der Kleine Kulm. Dieser konnte aber in die vorliegenden Untersuchungen nur teilweise einbezogen werden, da an ihm der Ort Neustadt am Kulm liegt.
5. Die Kastl-Höhe und der Eisenbühl.

Fig. 1 DIE VERBREITUNG DER TERTIÄREN ERUPTIVGESTEINE IN DEUTSCHLAND (nach LARISCH)

DIE BASALTVORKOMMEN IN
BAYERN UND IN EGERTAL
1: 500 000
Erzgebirgspalte
Duppau
EGER
Fichtelgebirgs-
Reichsforst
Teichelberg
KEMNATH
randspaltung
Parkstein

Fig. 2

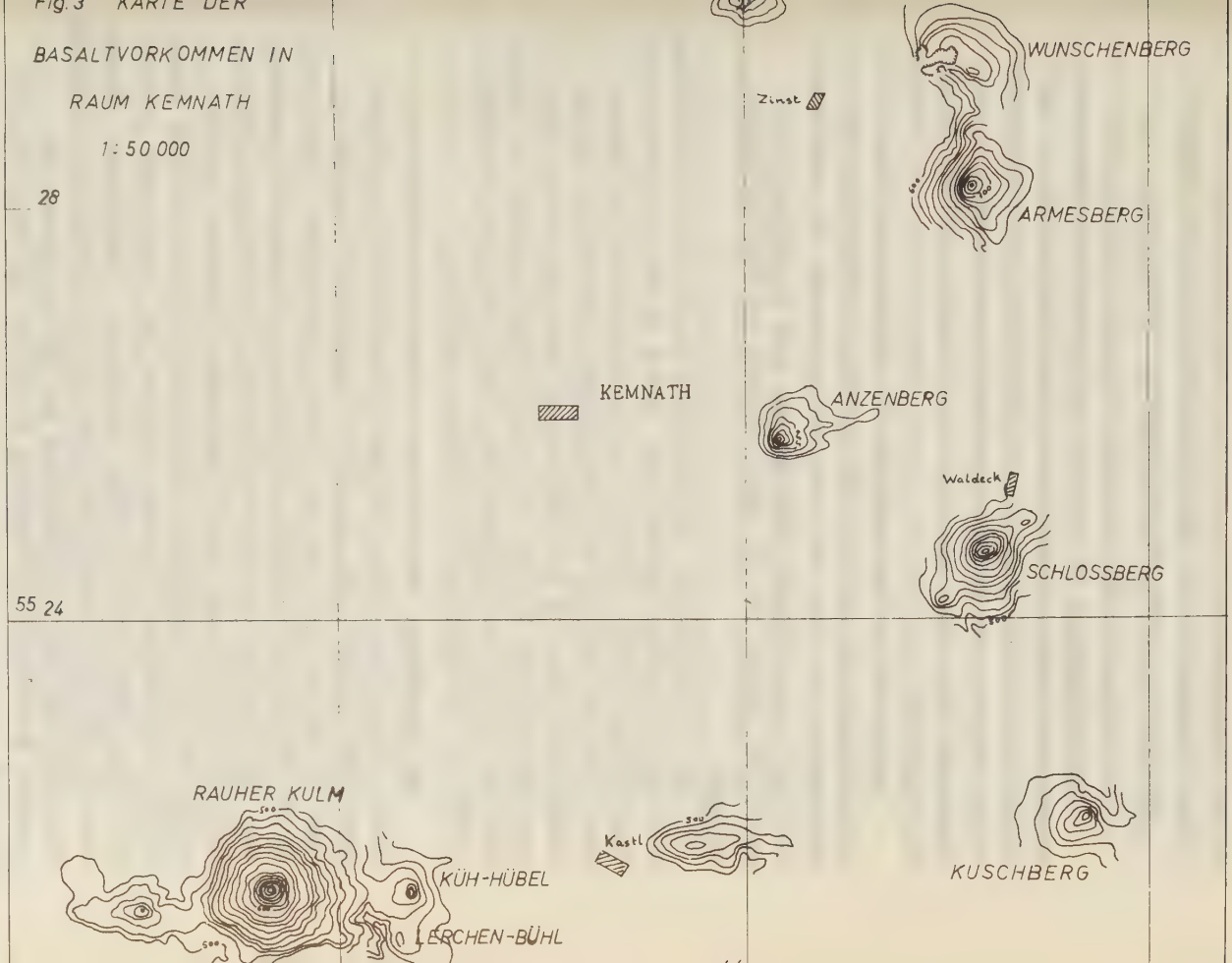


Fig.3 KARTE DER
BASALTVORKOMMEN IN
RAUM KEMNATH
1:50 000
28
WUNSCHENBERG
Zinst
ARMESBERG
KEMNATH
ANZENBERG
Waldeck
SCHLOSSBERG
55 24
RAUHER KULM
KÜH-HÜBEL
LERCHEN-BÜHL
Kastl
KUSCHBERG

6. Der Armesberg.
7. Der Wunscherberg bei Einst, und südwestlich von Aigen zwei Kuppen, deren Basalte abgebaut worden sind.

Zur Geographie der einzelnen Vorkommen sei bemerkt:

Der Schloßberg: Am Fuße des aus kristallinen Schiefern aufgebauten Urgebirgsrandes erhebt sich der Schloßberg. Im Süden und Südwesten läßt eine Felswand einen guten Einblick in die Struktur des Basaltes gewähren. Dieser bildet 15 m lange und 1/2 m dicke Basaltsäulen, die gegen den Gipfel hin konvergieren.

Auf dem Gipfel kann man noch die Reste einer alten Befestigungsmauer erkennen. An dem Hang im Süden sind noch Grundmauern aus alter Zeit erhalten geblieben. Im Osten deutet eine langgestreckte Erhebung auf eine ehemalige Stadtmauer hin. Früher ist die Stadt Waldeck auf dem Schloßberg gelegen.

400 m nordöstlich vom Schloßberg liegt der Calvarienberg, der auch Galgenberg genannt wird. 650 m in der entgegengesetzten Richtung erhebt sich der dritte Basaltberg, der Kusch. Bei letzterem kann man die Kontaktzonen zwischen dem empordrängenden Magma und dem anstehenden Sandstein sehen. Alle drei Basaltkuppen liegen, wie schon erwähnt, nahezu auf einer Geraden, die in varistischer (NE - SW), oder, nach SCHRÖDER (1958),in antihercynischer Richtung verläuft.

Der Kuschberg: Morphologisch bildet dieses Basaltvorkommen einen Bergrücken, der fast ausschließlich mit Äckern und Wiesen bedeckt ist. Am Nordost-Hang deutet ein kleines Loch darauf hin, daß hier der Versuch unternommen worden ist, einen Steinbruch anzulegen. Es wurde so ein Aufschluß geschaffen, der Einblick in die Beschaffenheit des Basaltes gewährt. Ein weiterer Versuch, Basalt abzubauen, diesesmal im Süden, mußte ebenfalls ergebnislos abgebrochen werden. Es steht hier völlig verwittertes, lockeres Material an. Strukturell besitzt der Berg, ebenso wie die Berge Galgenberg - Schloßberg - Kusch, ein NE - SW verlaufendes Streichen in antihercynischer Richtung. Der Kuschberg erreicht eine Höhe von 592 m, während die spätere Eintiefung der Umgebung im NE bis auf 530 m über NN hinab vorgeschritten ist.

Die Atzmannberg Höhe liegt nördlich vom Kuschberg. Sie bildet ebenfalls einen Bergrücken und streicht ungefähr E-W.

Der Ansenberg: An der Landstraße von Kemnath Stadt nach Waldeck erhebt sich der 593 m hohe Ansenberg. Auf dem Gipfel stehen zwei feste Tuffblöcke, die man in der Gegend Tuff-Pyramiden nennt. Nach WALDECK (1905) enthalten die Basalt-Bomben Sandstein-, Kalkstein- und Mergelfragmente aus der Trias. Vom Gipfel aus zieht nach Norden ein etwa 50 m langer schmaler Rücken. Eine in E-W - Richtung verlaufende Störung versetzt den Basalt nicht. Daraus schließt man, daß die Störungen älter sind als die Basalte. Nur die Steilhänge des Ansenberges sind bewaldet, sonst findet man Äcker und Wiesen vor.

Der Rauhe Kulm: Der Rauhe Kulm überragt seine Umgebung um 230 m. Von ihm aus hat man einen weiten Rundblick. Er erreicht eine Höhe von 682 m über NN. Am Gipfel steht festes Gestein an. 30 m darunter breitet sich ein gewaltiges Blockfeld um den Gipfel herum aus. Dieses ließ kaum Vegetation aufkommen. Die einzelnen Blöcke haben Durchmesser von etwa 30 cm. Man kann sie als Produkte einer Block-Verwitterung eines harten Gesteins ansehen. Weiter unten, wo die Hänge flacher werden und Äcker angelegt werden konnten, liegt Basaltschotter. Die Blöcke werden mit zunehmender Entfernung vom Berg kleiner. Kleine Basaltsteine kann man noch bis 1,5 km weit vom Gipfel entfernt finden.

Der Kleine Kulm mit der Stadt Neustadt am Kulm liegt 1,2 km westlich vom Rauhen Kulm. Östlich von diesem liegt, wie ebenfalls schon erwähnt, der Kühhübel, ein mächtiger Basaltstock von 60 m Durchmesser. Dieser ist heute durch einen Steinbruch freigelegt worden. Man kann hier gut die Kontaktzonen erkennen. Der anstehende Keuper-Sandstein zeigt keine Spur einer Störung oder einer tektonischen Beeinflußung, die Schichten liegen noch ungestört. St.RICHARZ (1920) zieht daraus den Schluß, daß die aufsteigenden Basaltmassen und heißen Gase die überlagernde Decke langsam aufgeschmolzen haben müssen, d.h. die Lava muß ruhig emporgedrungen sein.

1/2 km südlich vom Kühhübel liegt der Lerchenbühl. Der Basalt ist dort ebenfalls abgebaut worden. Nach der Form des Steinbruches zu schließen haben wir hier einen gestreckten Basaltkörper vor uns.

Die Kastl-Höhe und der Eisenbühl: Die Kastl-Höhe liegt östlich vom Ort Kastl, der Eisenbühl liegt an der Straße von Kastl nach Löschwitz, westlich von der Kastl-Höhe. Er bildet nur eine kleine Landerhebung, die E-W streicht. Geologisch ist das Vorhandensein von Basalt nur an den Lesesteinen zu erkennen. Morphologisch hebt sich die Kastl-Höhe stärker aus der Umgebung heraus als der Eisenbühl. Sie bildet aber keine eigentliche Kuppe, sondern mehr einen E-W verlaufenden Rücken. Basalte werden nur am Südhang desselben gefunden. Man kann also von einem exzentrischen Vorkommen sprechen, wenn man die Geologie betrachtet; die magnetischen Messungen sollten die Erstreckung des Basalt-Vorkommens genauer erkunden.

Der Armesberg: Während die bisher besprochenen Vorkommen alle im Keuper liegen, befindet sich der Armesberg bereits jenseits der Fränkischen Linie in den paläozoischen, kristallinen Schiefern. Die Säulenbildungen der Basalte kann man unterhalb des Gipfels und auch dort beobachten, wo Schotterfelder angelegt worden sind, was besonders stark im SE der Fall ist. Auf dem Gipfel des Armesberges steht eine Wallfahrtskirche.

Der Wunschberg und die Aigener Kuppen: In der unmittelbaren Nähe des Armesberges liegt die Basaltdecke des Wunschbergs bei Zinst. Nordwestlich vom Armesberg, beim Dorfe Aign, sind zwei Basalt-Steinbrüche angelegt worden. In dieser Arbeit werden die beiden Vorkommen als Aigner Kuppen bezeichnet. Die Zinster Basalte, die auf dem Wunschberg liegen, bilden eine große Decke. Sie bilden große Säulen. Heute werden sie abgebaut und zu Schotter verarbeitet. Nachdem bereits eine erste Stufe von 10 m Höhe abgetragen ist, beginnt man mit einer zweiten Stufe von etwa derselben Höhe. Die Basalte enthalten helles grünes und gelbes, verwittertes Material, das sich an den Stellen, wo früher Olivin-Einsprenglinge waren, gebildet hat. Der Wunschberg streicht NW-SE.

Die Aigner Kuppen sind morphologisch sattelförmig aufgewölbte Schichten, die vom Basalt durchbrochen worden sind. Nach Richarz handelt es sich um triassische Gesteine, um Buntsandstein und Muschelkalk. Die Basalte sind an zwei Stellen abgebaut worden. Die Sohle der Brüche liegt normalerweise unter dem Grundwasserspiegel. Die Kontaktzone zwischen dem Basalt und den geneigten Schichten des Muschelkalks zeigt keine Anzeichen eines gewaltsamen Durchbruchs, sondern deutet auf ruhige Assimilationsvorgänge hin.

Über das Gebiet der besprochenen Basaltvorkommen in Ostbayern liegen schon mehrere geologische, petrographische und chemische Untersuchungen vor: GÜMBEL (1868), LORD (1894), KIPP (1895), DÖRR (1895), WALDECK (1905), RICHARZ (1920) und SCHRÖDER (1958). WALDECK (1920) bezeichnete die Basalte als Nephelin-Basalte. Sie enthalten Titaneisen, das er an seiner blätterigen, zerhackten und romboedrischen Form erkannt hat. Ebenso gibt er an, daß sie Titanaugit und Olivin enthalten. Er erwähnt auch, daß in den Basalten des Rauhen Kulm, des Lerchenbühls, des Kühhübels und des Ansenberges Chromit zu finden ist. Die Petrographie der Basalte wird im Abschnitt Petrographie näher untersucht. Einige Basalte zeigen auch die Erscheinung des Sonnenbrennens. Darauf soll jedoch in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. Näheres findet man in einer Arbeit von ERNST und BRESCHER-KADEN (1940)

Die Landschaft der ostbayerischen Vulkankuppen ist derjenigen des Hegaus sehr ähnlich. BÜLOW (1954) ist der Ansicht, daß die Berge des Hegaus keine Vulkankegel sind, sondern durch die Verwitterung herausgearbeitete Schlotfüllungen sind. Die Basaltberge im Raum von Kemnath sind im allgemeinen kegelförmig. Sie ragen über die an der Erdoberfläche anstehenden Keuperschichten empor. Der härtere Basalt hat die unmittelbar benachbarten Schichten gegen Abtragung und Erosion durch die über sie gedeckten Blockfelder geschützt, und aller Wahrscheinlichkeit nach stimmt die Form der Basalt-Schlotfüllungen mit derjenigen der herausgearbeiteten Berge überein. Die Blockfelder sind von den steilen Hängen bis weit in die Ebene hinab nach allen Richtungen verstreut worden,

wobei die Größe der Blöcke und Steine systematisch mit zunehmender Entfernung vom Basaltkörper abnimmt. Die Größe der Felder hängt davon ab, wie hoch der Schlot aus seiner Umgebung herausgewittert ist. Je größer die Höhenunterschiede sind und je weiter das Gefälle reicht, desto ausgedehnter sind die Felder.

Die heutige Form der Basaltberge kann man von verschiedenen Ausgangsformen herausgearbeitet denken. Nach einer klassischen Ansicht sollen die Schlote die Aufstiegswege der Lava eines richtigen Vulkans sein. Die Extrusiva der Vulkane sollen alle weggetragen sein. Wir befinden uns heute, nach dieser Ansicht, in einem tieferen Niveau, wo nur noch die Schlote, die Zufuhrkanäle, zu sehen sind.

WURM (1924) vertritt die Ansicht, daß an der Stelle der heutigen Berggipfel zur Zeit der Basaltergüsse wahrscheinlich Vertiefungen in der damaligen Landschaft gewesen sind. Er schließt dies aus den gelegentlich vorkommenden Braunkohle-Vorkommen in der Nähe der Basalte. Während in der Nähe der Basalte Reste der Keuperdecke der Verwitterung nicht anheimgefallen sind, ist sie in der weiteren Umgebung davon bis auf das Niveau der heutigen Erdoberfläche abgetragen worden.

Die Stratigraphie und Tektonik des Gebietes von Kemnath ist ausführlich von SCHRÖDER (1958) behandelt worden. Es würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen, darauf näher einzugehen. Deshalb sei nur auf die Arbeit von Schröder verwiesen.

3. Die Vermessung der magnetischen Störfelder (Basaltvorkommen im Gebiet von Kemnath).

Eine der Hauptaufgaben der vorliegenden Arbeit war die magnetische Vermessung der Basaltvorkommen im Gebiet von Kemnath. Die Messungen sind im Sommer 1958 und 1959 vorgenommen worden. Zuerst hat das Lokalvariometer der Askania-Werke, Berlin, Nr. 460367, das im Institut den Namen "Klothilde" erhalten hat, zur Verfügung gestanden. Vor dem Antritt und nach der Beendigung einer Meßreise ist das Instrument im

Observatorium in Fürstenfeldbruck geeicht und an dem dort laufend registrierten Absolutwert des erdmagnetischen Feldes angeschlossen worden. Im Jahre 1959 konnte ich mit einem neu entwickelten Torsions-Magnetometer Gfz der Askania-Werke, Berlin, arbeiten. Mit dieser Feldwaage, interne Bezeichnung "Annamirl", können pro Tag erheblich mehr Punkte vermessen werden als mit der alten Schneidenwaage. Im freien Land bleibt die Meßzeit pro Punkt unter einer Minute. Die neue Waage ist ebenfalls im Fürstenfeldbruck mehrmals geeicht und angeschlossen worden. Bei der Vermessung im Raum von Kemnath ist stets nur die Vertikalkomponente des magnetischen Erdfeldes verfolgt worden. Die Meßgenauigkeit der beiden verwendeten Waagen ist nahezu dieselbe. Die Ablesungen sind auf $\pm$ 5 bis 6 γ genau (Skalenwert: 1 "Klothilde" = 25,2 γ, 1 "Annamirl" = 226,3 γ). Die Einstellgenauigkeit der beiden Apparate ist sehr gut gewesen. Bei einigermaßen sorgfältiger Aufstellung sind die gleichen Werte abgelesen worden.

Die meisten Basaltkuppen erheben sich kegelförmig aus dem Gelände empor. Es ist daher naheliegend, die Messungen längs Profilen auszuführen, die vom Gipfel radial nach allen Richtungen hin verlaufen. Bei dieser Anordnung der Meßpunkte erhält man auf allen Profilen den vollen Wert der Anomalie. Für geneigte Magnetisierung erkennt man auch eine Azimutabhängigkeit derselben. Die Profile sind so weit vermessen worden, bis die Ablesungen an den Waagen mehr oder weniger konstant geblieben sind, was bei den kleinen Basaltkuppen in der Regel bald der Fall gewesen ist. Mitunter ist die Hauptanomalie überlagert von Schwankungen. Auf dem Basalt betragen sie bis zu $\pm$ 300 γ, außerhalb der Basaltkörper bis zu $\pm$ 20 γ. Dort haben die Schwankungen ihre Ursache in den Block- und Schotterfeldern, die, wie schon erwähnt, als eine Verwitterungserscheinung anzusehen sind.

Es wird in dieser Arbeit unter einem "positiv magnetisierten Körper" ein solcher verstanden, bei welchem die Richtung des Vektors der Magnetisierung schräg nach unten, also annähernd in Richtung des heutigen Erdfeldes, zeigt. Dagegen bedeutet "negativ magnetisierter Körper", daß der Vektor der Magnetisierung annähernd antiparallel zum Vektor des heutigen Erdfeldes zeigt.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen nun die Ergebnisse der magnetischen Messungen besprochen werden.

Die Anomalie des Schloßberges. Über den Schloßberg sind acht radial verlaufende Profile vermessen worden. Fig.4 zeigt die Lage derselben. Außerdem sind in ihr die Isanomalen, d.h. die Linien gleicher Störwerte der Vertikalkomponente der Anomalie eingezeichnet worden. In Fig.5 sind für die einzelnen Profile die Störwerte der Vertikalkomponente im Diagramm aufgetragen. Auf den Abszissen sind die Meßpunkte in ihrem gegenseitigen Abstand und auf den Ordinaten die Störwerte in γ ($1\ \gamma = 10^{-5}$ Gauß) abgetragen.

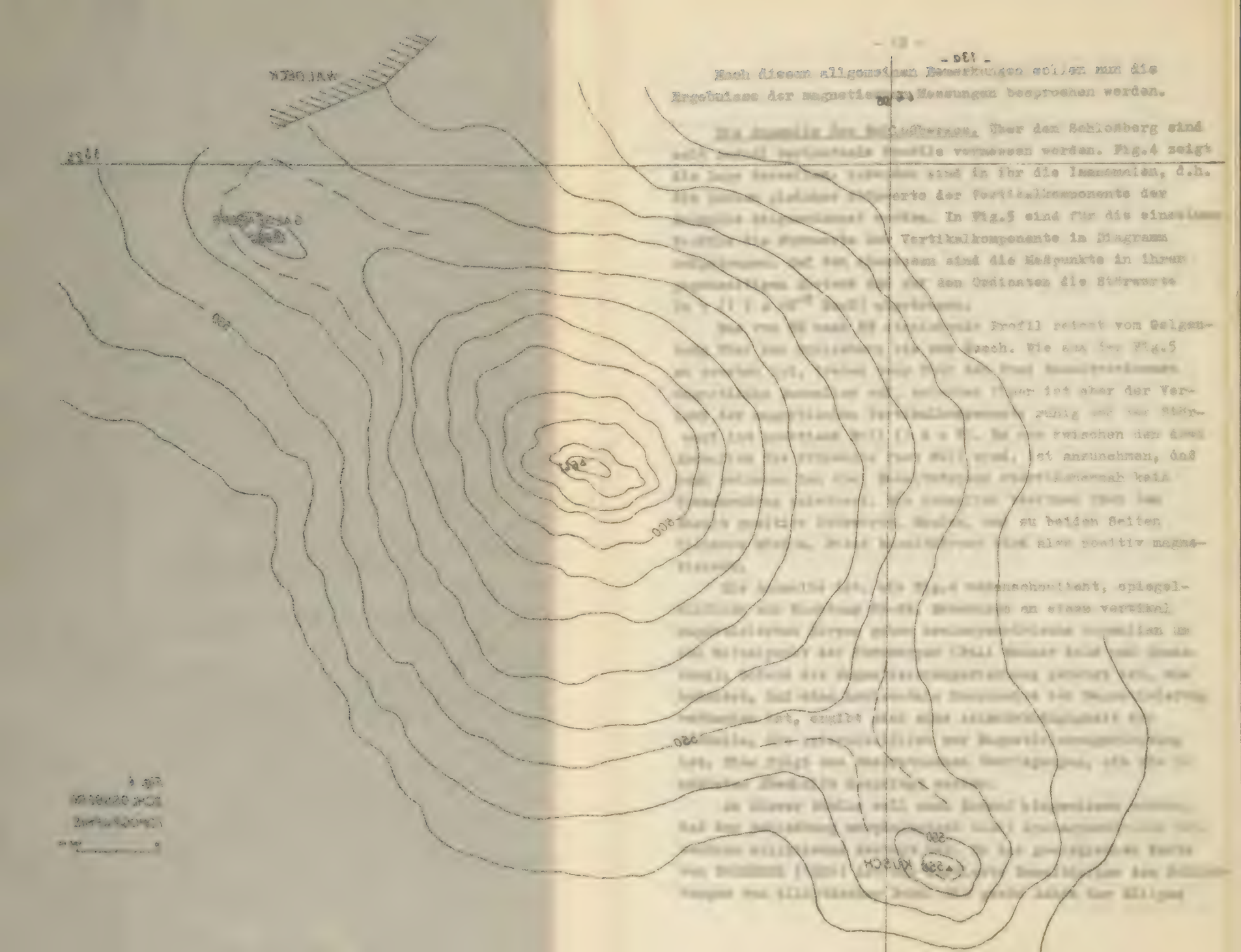
Das von NE nach SW streichende Profil reicht vom Galgenberg über den Schloßberg bis zum Kusch. Wie aus der Fig.5 zu ersehen ist, treten zwar über den drei Basaltvorkommen magnetische Anomalien auf, zwischen ihnen ist aber der Verlauf der magnetischen Vertikalkomponente ruhig und der Störwert ist praktisch Null ($\triangle Z = 0$). Da nun zwischen den drei Anomalien die Störwerte fast Null sind, ist anzunehmen, daß auch zwischen den drei Basaltkörpern oberflächennah kein Zusammenhang existiert. Die Anomalien besitzen über dem Basalt positive Störwerte, Maxima, und zu beiden Seiten kleinere Minima. Diese Basaltkörper sind also positiv magnetisiert.

Die Anomalie ist, wie Fig.4 veranschaulicht, spiegelbildlich zur Richtung NE-SW. Messungen an einem vertikal magnetisierten Körper geben kreissymmetrische Anomalien um den Mittelpunkt der Störkörper (Fall Rauher Kulm und Armesberg). Sobald die Magnetisierungsrichtung geneigt ist, was bedeutet, daß eine horizontale Komponente der Magnetisierung vorhanden ist, ergibt sich eine Azimutabhängigkeit der Anomalie, die spiegelbildlich zur Magnetisierungsrichtung ist. Dies folgt aus theoretischen Überlegungen, wie sie im nächsten Abschnitt dargelegt werden.

An dieser Stelle soll auch darauf hingewiesen werden, daß der Schloßberg morphologisch nicht kreissymmetrisch ist, sondern elliptische Gestalt hat. In der geologischen Karte von SCHRÖDER (1958) ist der kartierte Basaltkörper des Schloßberges von elliptischer Form. Die große Achse der Ellipse

Fig. 6
SCHLOSSBERG
TOPOGRAPHIE

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen nun die Ergebnisse der magnetischen Messungen besprochen werden.



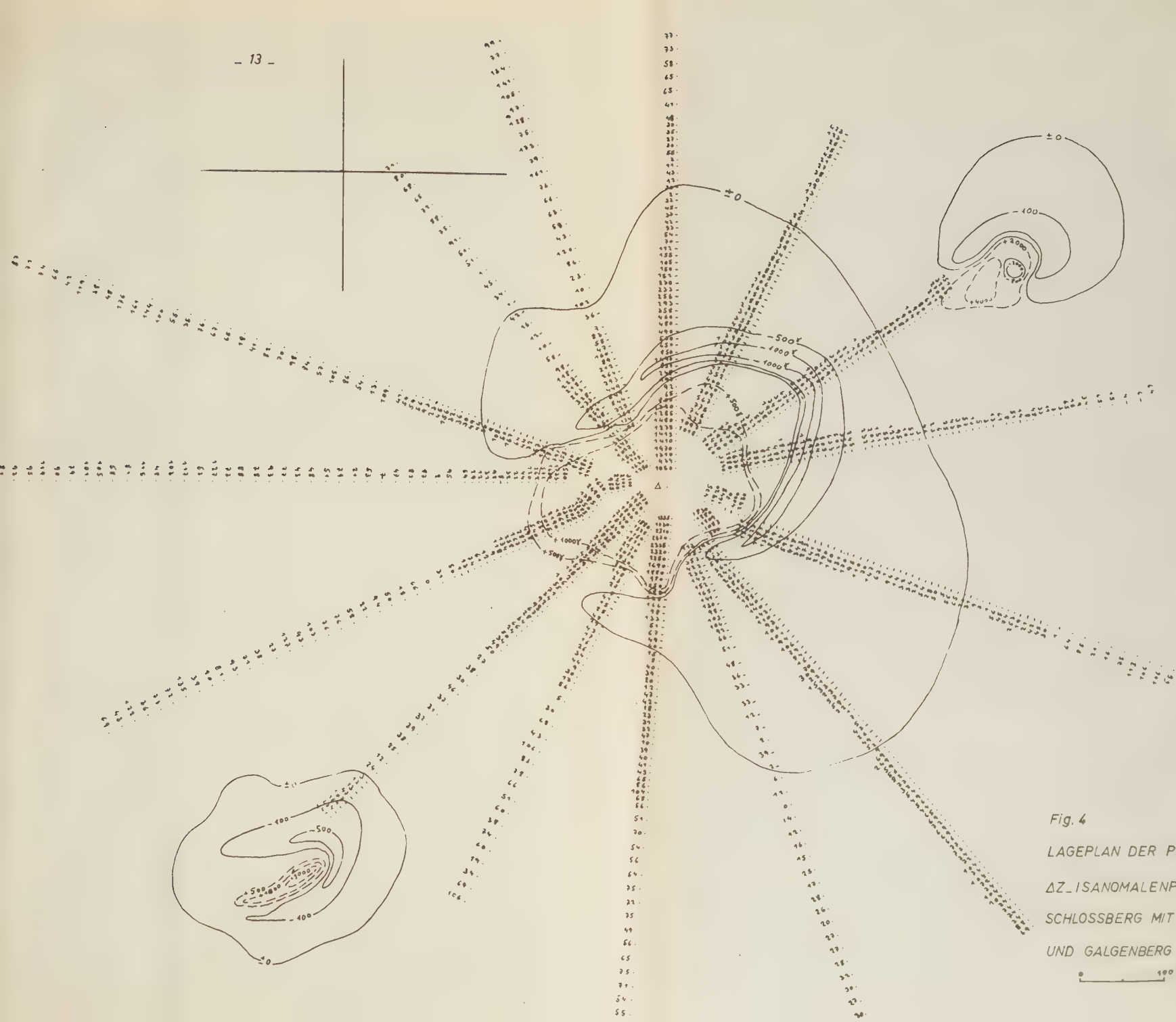


Fig. 4

LAGEPLAN DER PROFILE UNI

ΔZ_ISANOMALENPLAN VON

SCHLOSSBERG MIT KUSCH (SW)

UND GALGENBERG (NE)

100 m

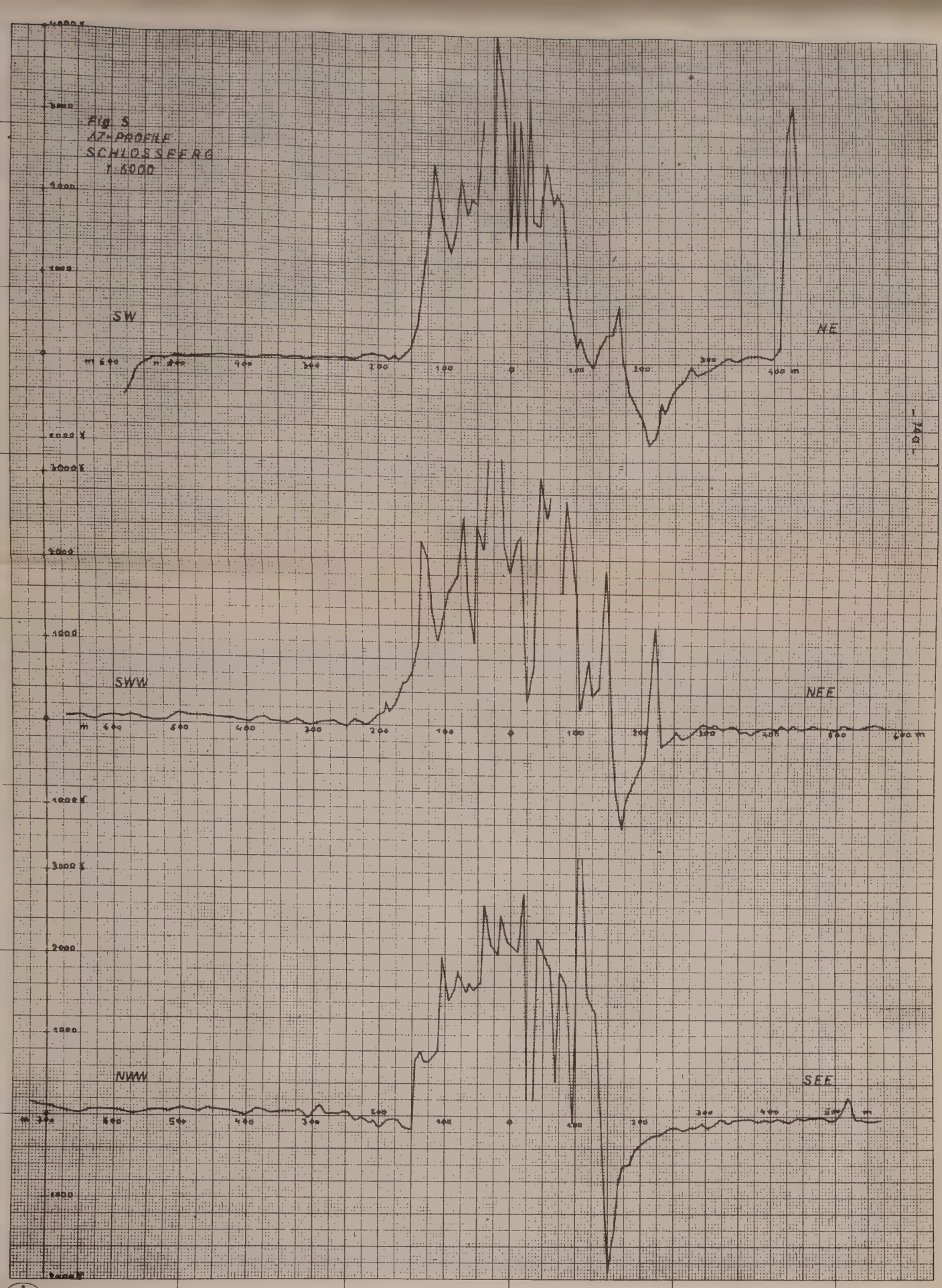
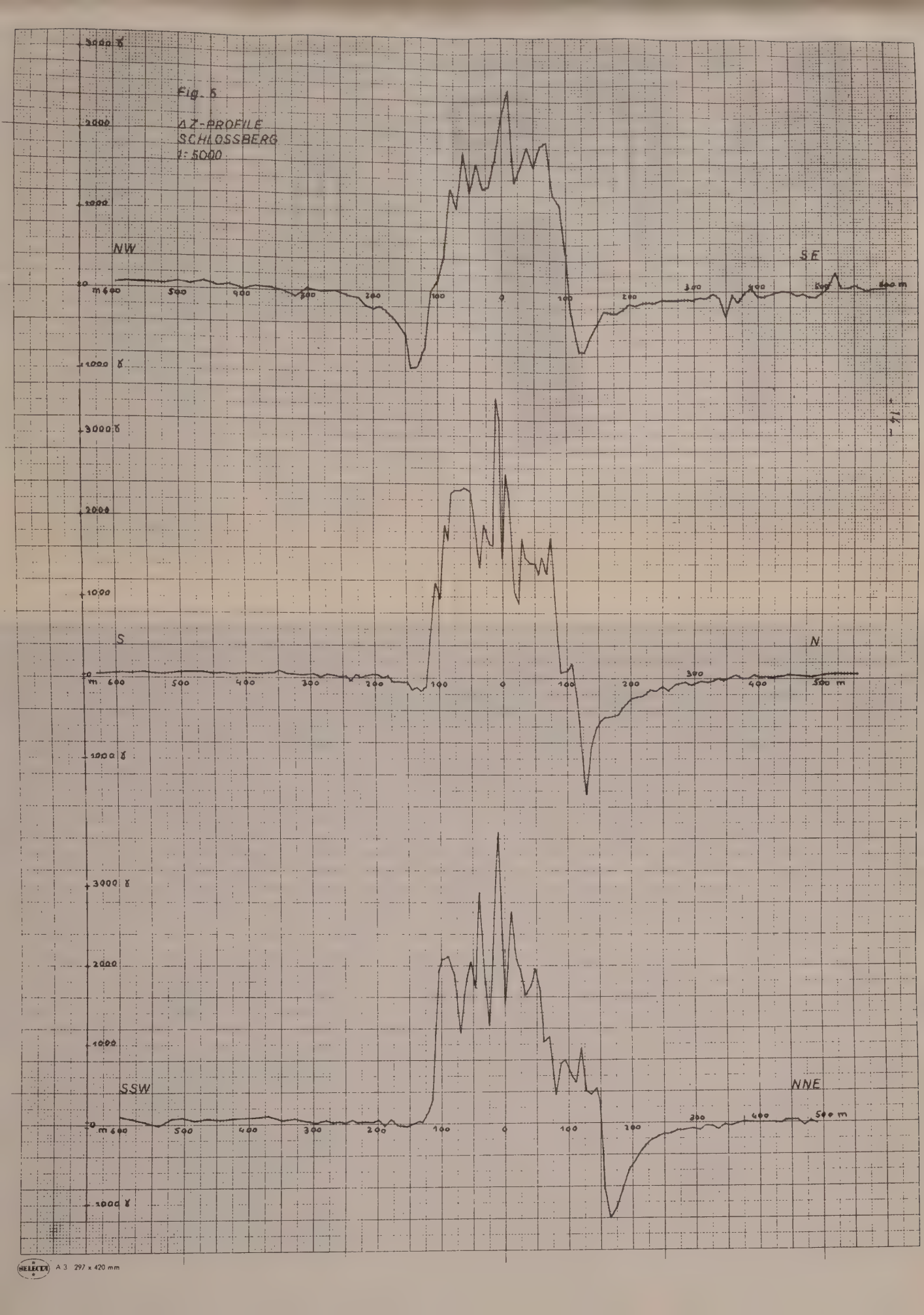


Fig. 5
AZ-PROFILE
SCHLOSSBERG
1:5000
SW
NE
SWW
NEE
NWW
SEE

Fig. 5

ΔZ-PROFILE
SCHLOSSBERG
1:5000



SELECTA A 3 297 x 420 mm

besitzt die Richtung NE - SW. Das bedeutet, daß der Basaltkörper kein Kreiszylinder ist, sondern ein Zylinder mit elliptischem Querschnitt. Diesen Eindruck gewinnt man auch, wenn man in der topographischen Karte die Höhenschichtlinien betrachtet.

Über die beiden Nebenberge des Schloßbergs, den Galgenberg, und den Kusch, sind keine radial verlaufenden, sondern ein Netz von sich senkrecht schneidenden Profilen gelegt worden. In die Isanomalenkarte des Schloßbergs (Fig.4) sind auch die Anomalien der beiden Nebenberge mit eingetragen worden. Alle drei Basaltvorkommen,die morphologisch auf einer geraden Linie angeordnet worden sind, sind positiv magnetisiert und zeigen dieselbe Form der Anomalie. Der maximale Störwert ist bei allen nicht sehr verschieden, nur die seitliche Erstreckung der Anomalie ist bei den Nebenbergen kleiner.

Die Anomalie des Kuschberges bei Atzmannsberg. Das nächste Basaltvorkommen, das ebenfalls magnetisch dicht vermessen worden ist, ist der Kuschberg. Über ihn ist auf 7 radialen Profilen gemessen worden. Fig.6 zeigt die Lage derselben und den Verlauf der Isanomalen. Beim Betrachten der Höhenschichtlinien stellt man fest, daß die Anomalie exzentrisch zur Erhebung des Berges liegt. Ihr Maximum liegt westlich von dem NE-SW streichenden Bergrücken. Dies hat zur Folge, daß nicht alle über den Gipfel gelegten Profile die Hauptanomalie erfaßt haben. Die Profile zeigen, daß die Anomalie über dem Basaltkörper negative Störwerte besitzt.Auf beiden Seiten des Minimums der Hauptstörung treten über den Rändern des Basaltkörpers kleine Nebenmaxima auf. In Fig.7 sind diejenigen Profile nicht wiedergegeben worden, die nicht über die Hauptstörung laufen, da sie nichts wichtiges aussagen. Ihre Meßwerte sind nur beim Zeichnen des Isanomalenplanes verwertet worden.

Der Basaltkörper, der die Hauptanomalie verursacht, muß also in Bezug auf die Gestalt des Berges exzentrisch zu dieser liegen. Wie aber Abbauversuche von Basalt am südöstlichen Hang des Berges gezeigt haben, besteht dieser zwar aus Basalt, der aber in völlig verwittertes und lockeres Material übergegangen ist. Ein ähnliches Bild einer exzentrisch liegenden Anomalie ergibt auch die Vermessung der Kastl Höhe. Solche geologische,

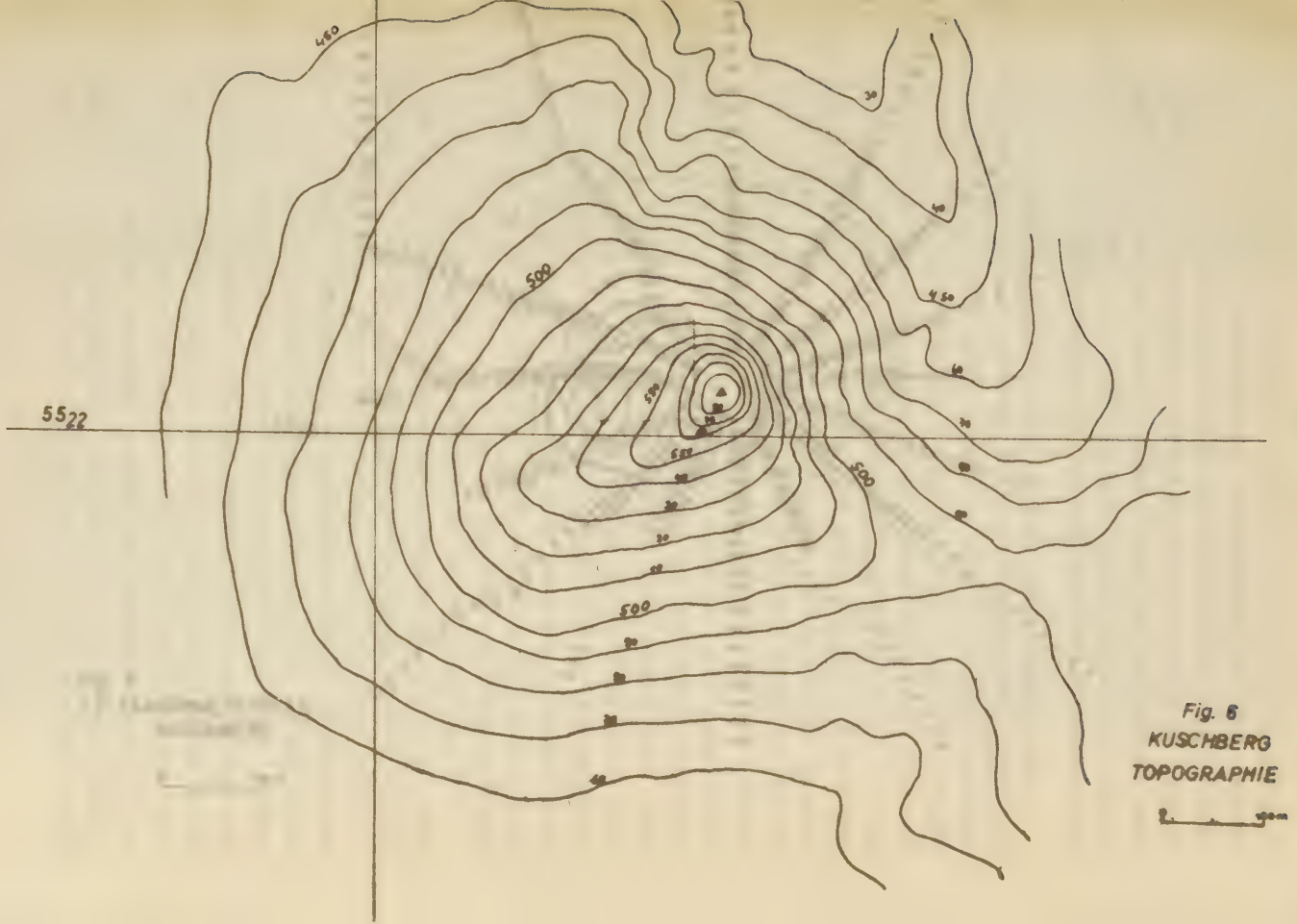


Fig. 6
KUSCHBERG
TOPOGRAPHIE

ТОПОГРАФИЯ
КУПОЛ ЧЕРЕПА
Лит. 8

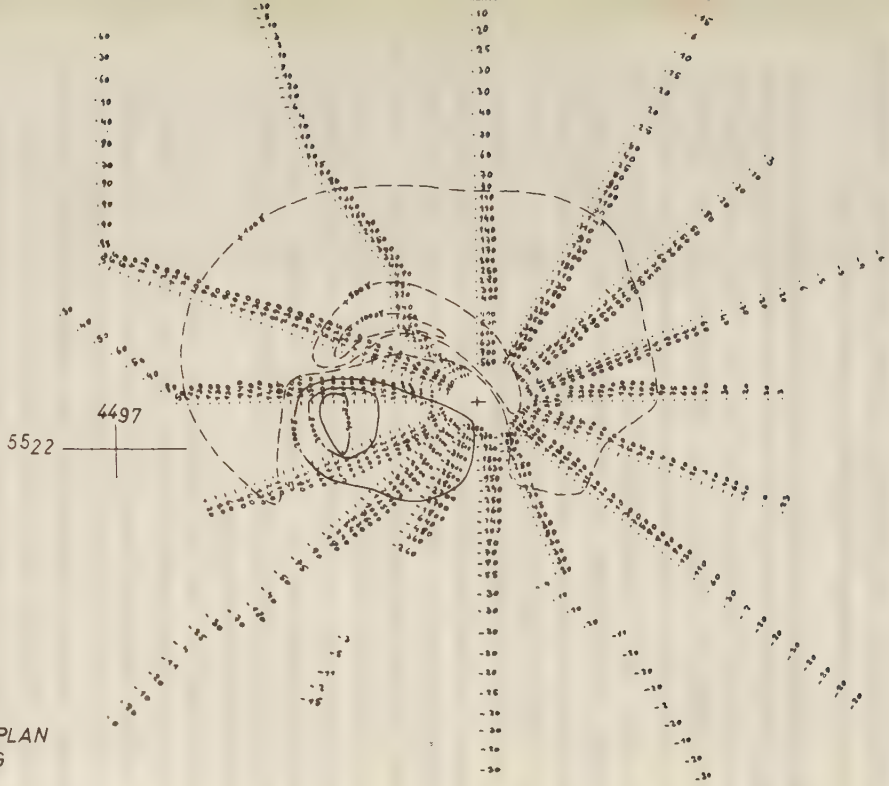


Fig. 6
ΔZ-ISANOMALIENPLAN
KUSCHBERG

oberflächlich nicht kartierbare Basaltkörper, lassen sich leider nicht für theoretische Berechnungen, wie sie in dieser Arbeit später noch besprochen und ausgeführt werden, heranziehen, da ihre Querschnittsflächen nicht bekannt sind. Nach den Ergebnissen der magnetischen Vermessung muß angenommen werden, daß sich der Basaltkörper weiter nach Westen erstreckt, als aus der Oberflächen-Kartierung zu schließen ist.

Die Anomalien des Rauhen Kulm, des Lerchenbühls und des Kuhhübels. Über den Rauhen Kulm sind vier radial verlaufende Profile vermessen worden und zwar in den Richtungen N-S, E-W, NE-SW und NW-SE, wie Fig.8 zeigt. Die Anomalien auf diesen Profilen verlaufen, abgesehen von kleinräumigen Schwankungen, auf die später noch eingegangen wird, alle sehr ähnlich. Die sehr starken Schwankungen der Meßwerte an den Hängen verwischen teilweise den generellen Verlauf der Anomalie, was besonders auf dem NE-SW-Profil zu sehen ist (Fig.8). Um zu zeigen, daß die Ursachen der Schwankungen ganz oberflächennah liegen, sind auf dem NW-SE-Profil auf den Hängen an den einzelnen Meßpunkten im Umkreis von etwa 5 m die Feldwaagen zwei- oder dreimal aufgestellt worden. Die Einzelwerte streuen zwar sehr stark, die Mittelwerte liegen aber annähernd auf einer glatten Kurve, die repräsentativ für die Störung des Basaltkörpers anzusehen ist. Durch die Mittelung lassen sich also leicht die Einflüsse der an der Oberfläche liegenden Basaltblockfelder beseitigen.

In der Darstellung der gemessenen Anomalien ist aber durch die einzelnen Meßwerte keine glatte, mittlere Kurve gelegt worden, sondern Meßpunkt für Meßpunkt ist mit seinen benachbarten durch eine gerade Linie verbunden worden. Die Schwankungen stören normalerweise das generelle Bild der Anomalie nicht. Mitunter geben auch sie noch wertvolle Auskünfte, die bei einer mittleren Kurve verloren gehen. Sie verraten u.a.auch beim Rauhen Kulm das Vorhandensein kleinerer Nebenstöcke. Auch geben sie Auskunft über die Mächtigkeit der Blockfelder aus Basalt. Die Schwankungen ähneln oft in ihrem Aussehen denjenigen, die über den Basalten auftreten, nur sind sie im Maßstab viel kleiner. Auf den Profilen treten vor allem auch die Blitzschlaganomalien hervor,

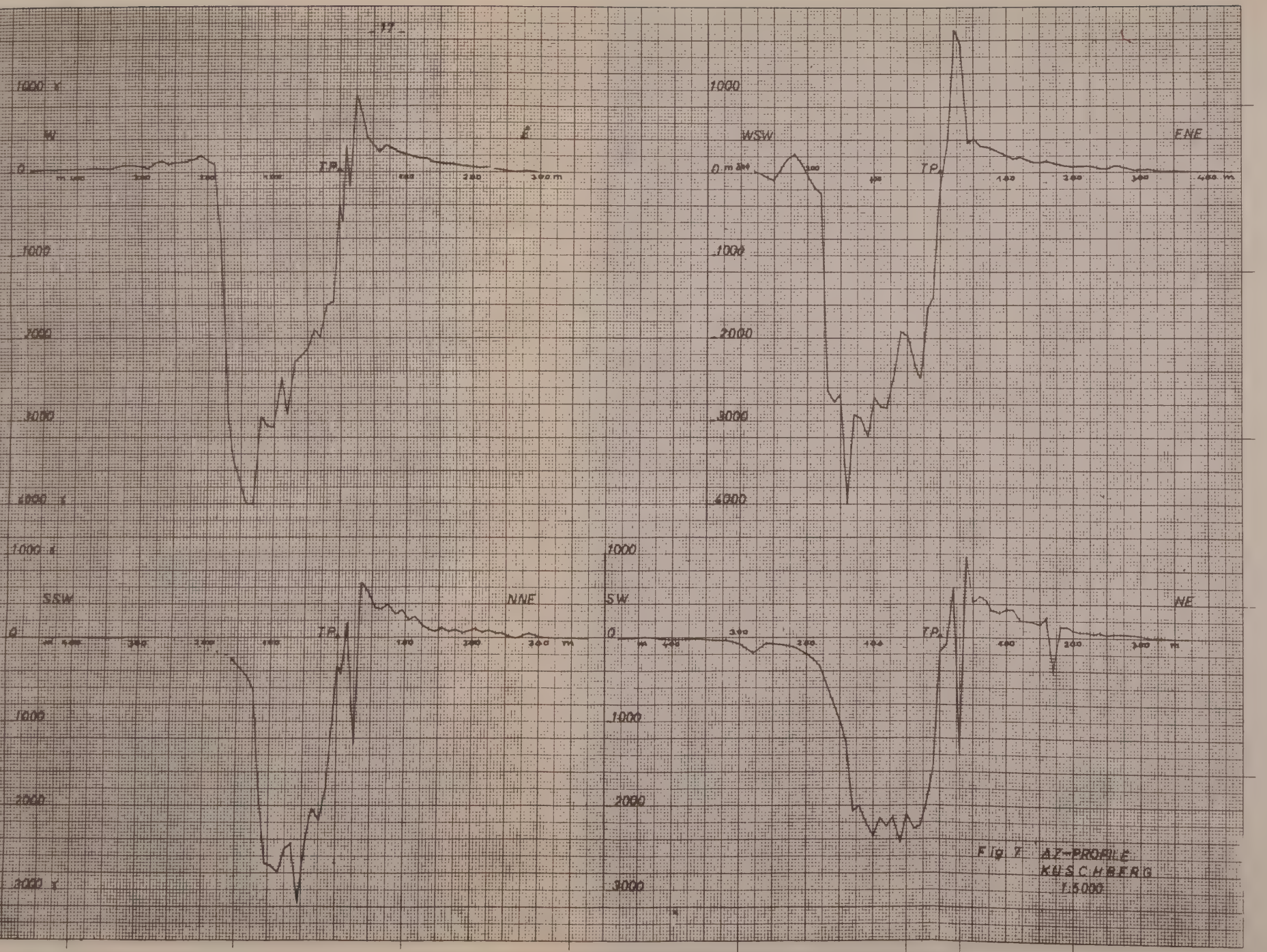


Fig 7 AZ-PROFILE
KUSCHBERG
1:5.000

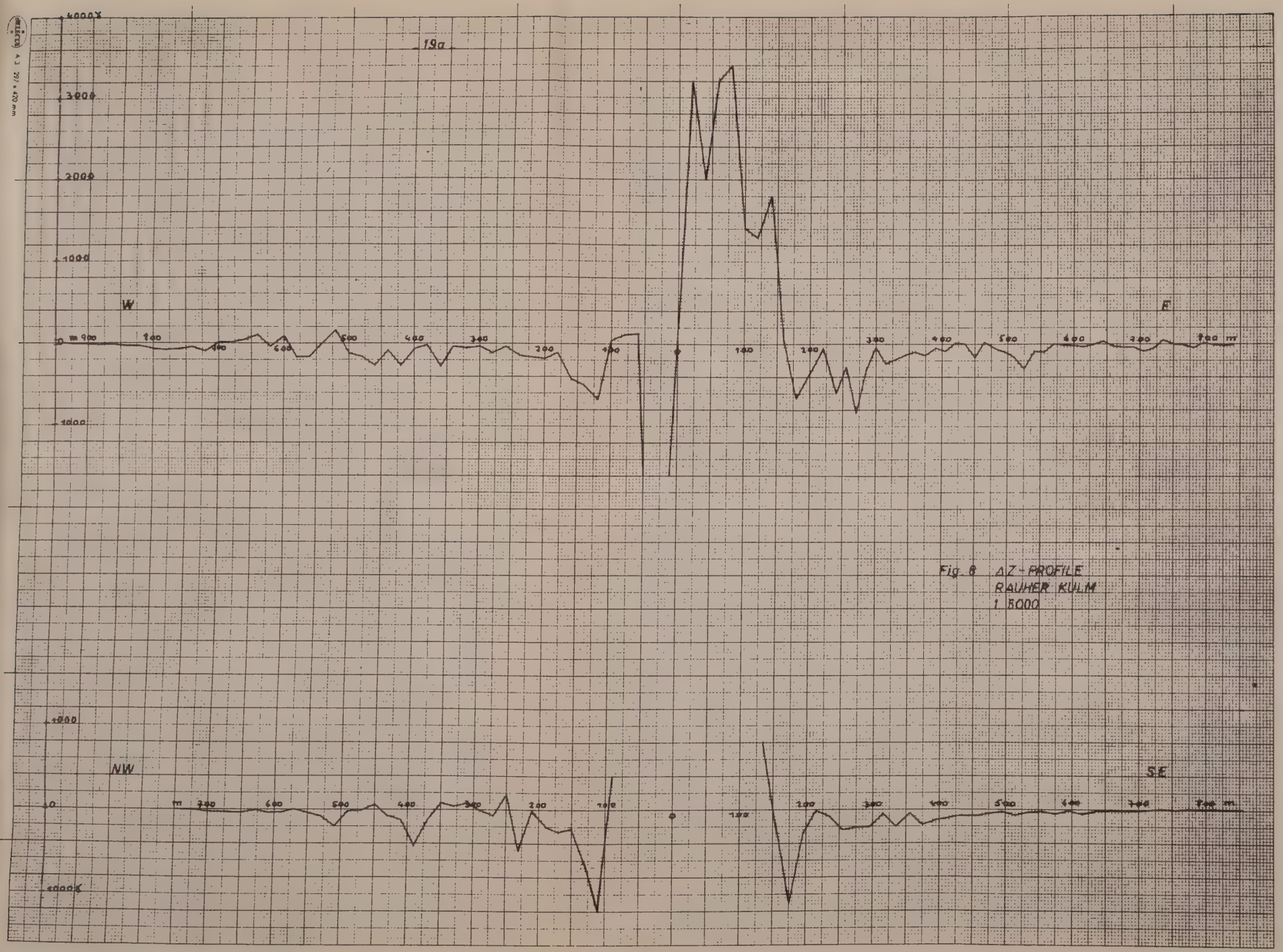


Fig. 8 ΔZ-PROFILE
RAUHER KULM
1:5000

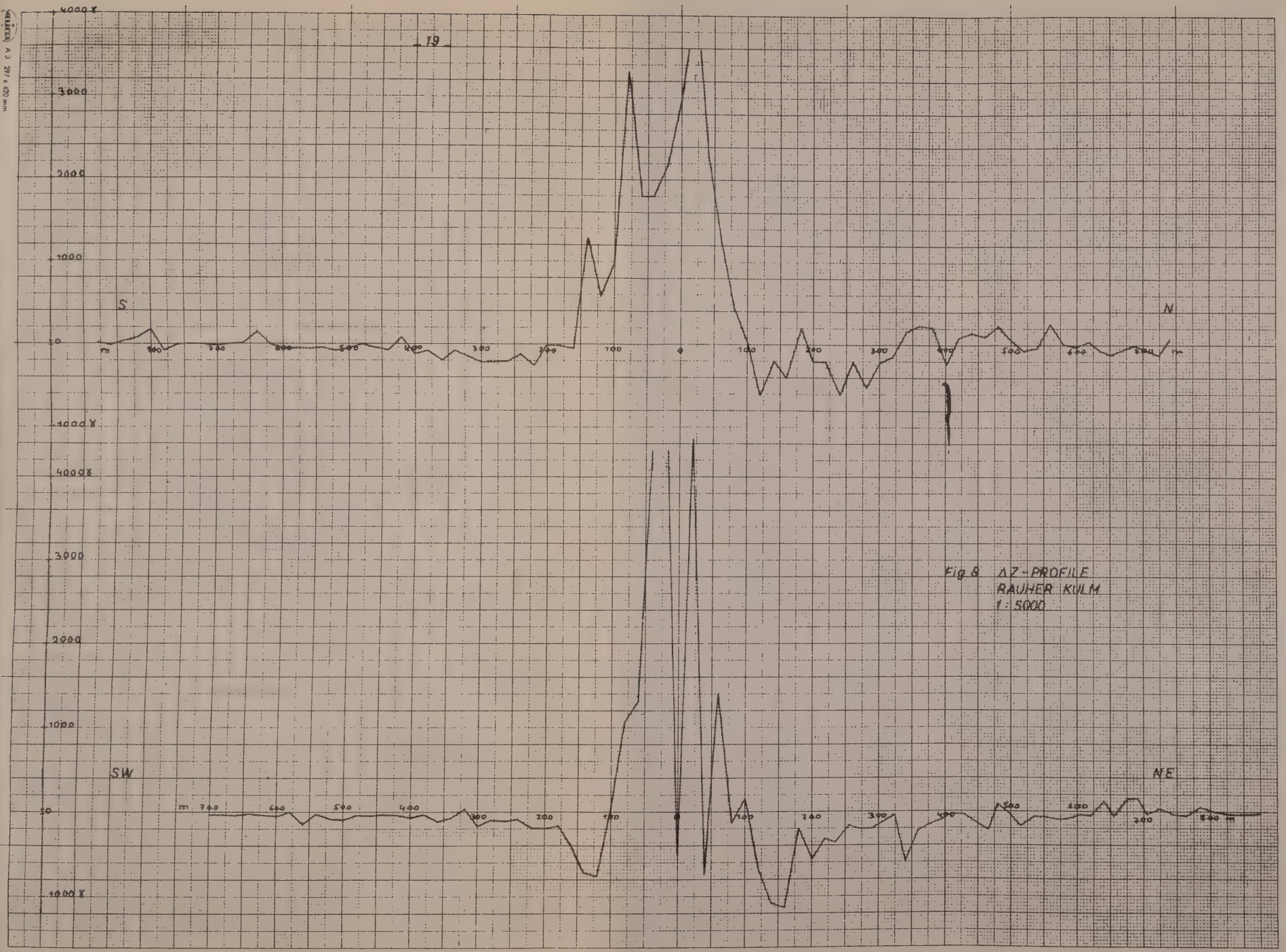


Fig 8 ΔZ-PROFILE
RAUHER KULM
1:5000

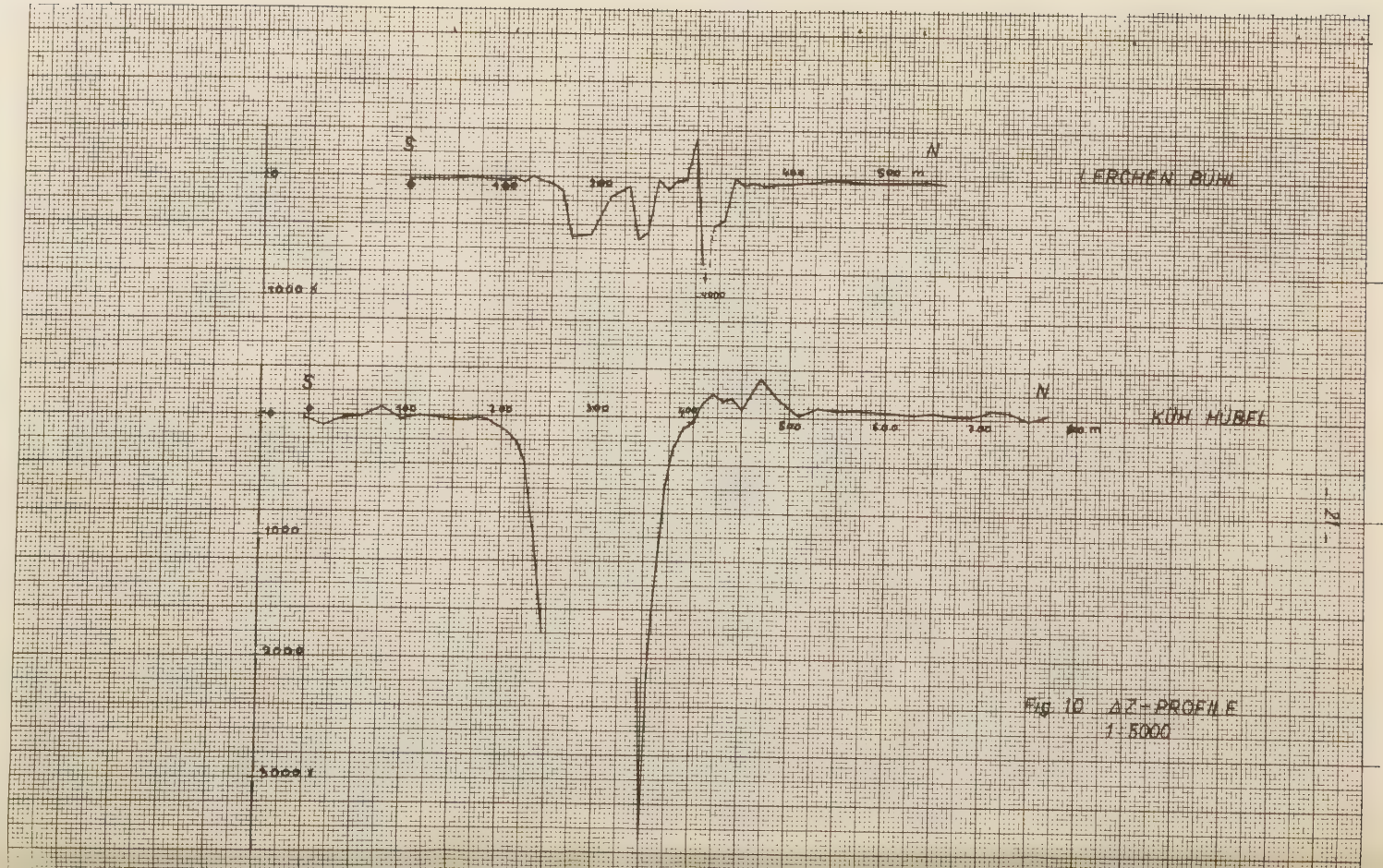


FIG. 10 ΔZ-PROFILE
1:5000

die durch sehr hohe, auf engsten Raum verteilte, positive wie negative, dicht nebeneinanderliegende Meßwerte charakterisiert sind. Sie kommen öfters auf den Basalten vor.

Über dem Basalt sind die Störwerte positiv. Weit ausgedehnte Minima zu beiden Seiten der positiven Störung charakterisieren die Basaltkuppe. Die Anomalie ist auf allen Profilen mehr oder weniger symmetrisch. Die Symmetrie ist auch auf dem Isanomalenplan der Fig.9 zu erkennen. Die Basalte des Rauhen Kulm sind positiv magnetisiert.

Dagegen ist die Magnetisierungsrichtung von zweien seiner benachbarten Basaltvorkommen, dem Lerchenbühl und dem Kühhübel, negativ, was Fig.10 veranschaulicht. Diese beiden Basaltkuppen sind teilweise abgebaut. Wo Basalt gewesen ist, sind jetzt große Löcher. Die negative Anomalie ist aber nicht durch das Fehlen der Masse bedingt, die beim Abbau abgetragen wurde. Der Basalt muß negativ magnetisiert sein.

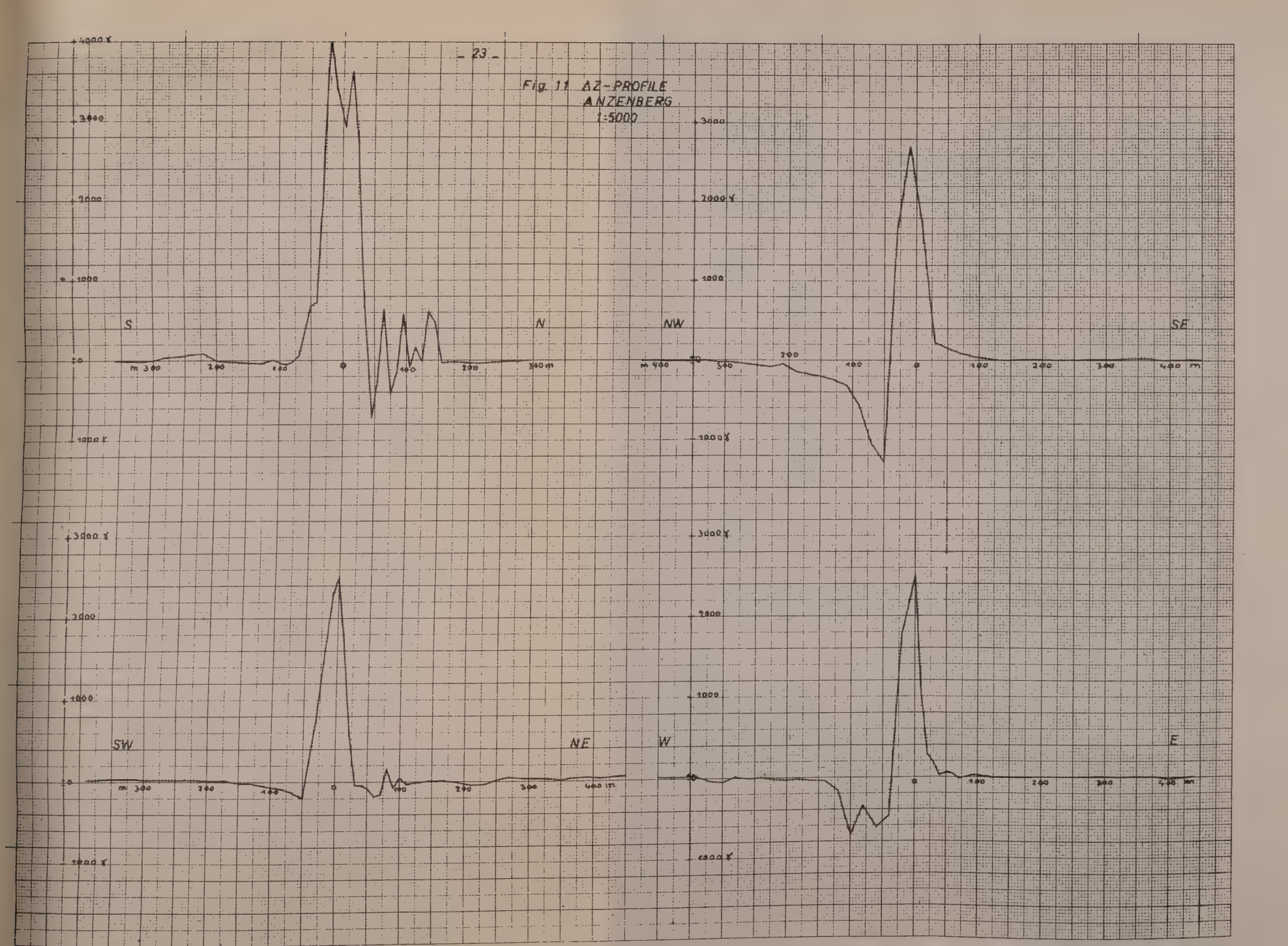
Auf dem Kleinen Kulm konnte vom Gipfel aus nur ein Profil nach Norden magnetisch vermessen werden, da, wie schon erwähnt, an den anderen Hängen die Häuser von Neustadt liegen, die keine magnetischen Vermessungen zulassen. Es sollte hier auch nur festgestellt werden, ob der Basalt des Kleinen Kulm positiv oder negativ magnetisiert ist. Das vermessene Profil zeigt eindeutig, daß der Basalt positiv magnetisiert ist.

In der Nähe des Rauhen Kulm befindet sich weiterhin noch eine kleine Erhebung, die auf der topographischen Karte als Staudenbühl bezeichnet worden ist. Auch über ihr konnte eine positiv gerichtete Anomalie festgestellt werden.

Die Anomalie des Anzenberges. Geologisch hat man bis heute diesen Berg als einen N-S streichenden Basaltgang angesehen, was man aus der Oberflächen-Geologie folgern mußte. Wie schon erwähnt, zieht nach Norden ein etwa 50 m langer, schmaler Rücken.

Über dem Anzenberg sind vier Profile in denselben Richtungen wie beim Rauhen Kulm vermessen worden. Die Fig.11 und 12 zeigen die Meßergebnisse in Profildarstellung, bezw. als Isanomalenkarte. Wie man leicht sieht, besitzt die Anomalie keine, der Oberflächengeologie entsprechende, N-S verlaufende Symmetrieachse, sondern eine solche, die NW-SE gerichtet ist. Diese Richtung wird auch beim Verlauf der Höhenschichtlinien leicht bevorzugt. All dies deutet auf einen Basaltkörper hin,

Fig. 11 AZ-PROFILE
ANZENBERG
1:5000



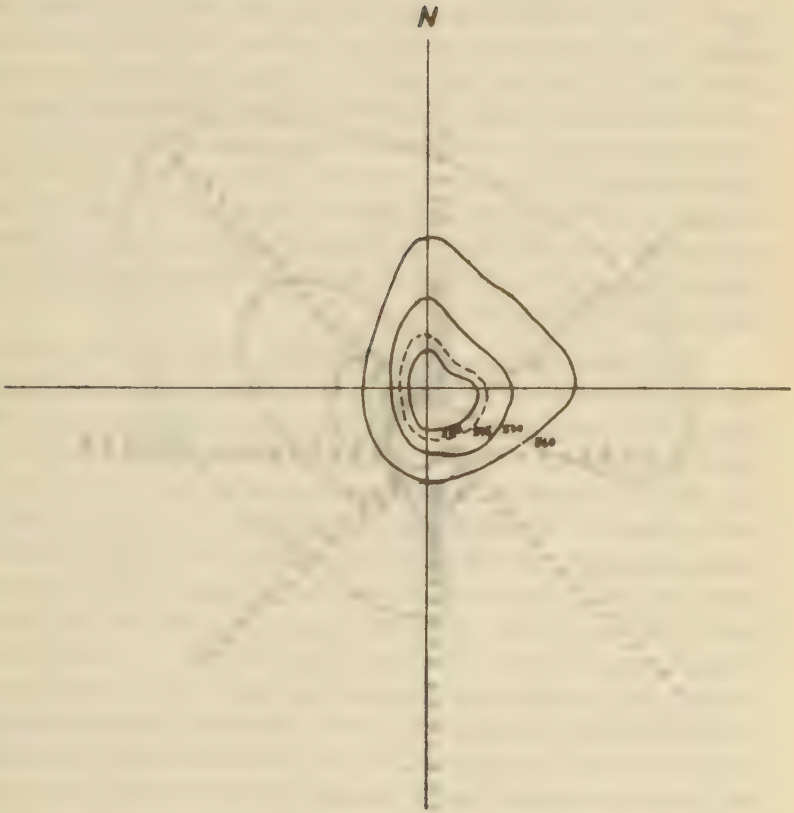


Fig 12
ANZENBERG
TOPOGRAPHIE.

0 ——— 100 m

Fig 12
ANZENBERG
TOPOGRAPHIE.

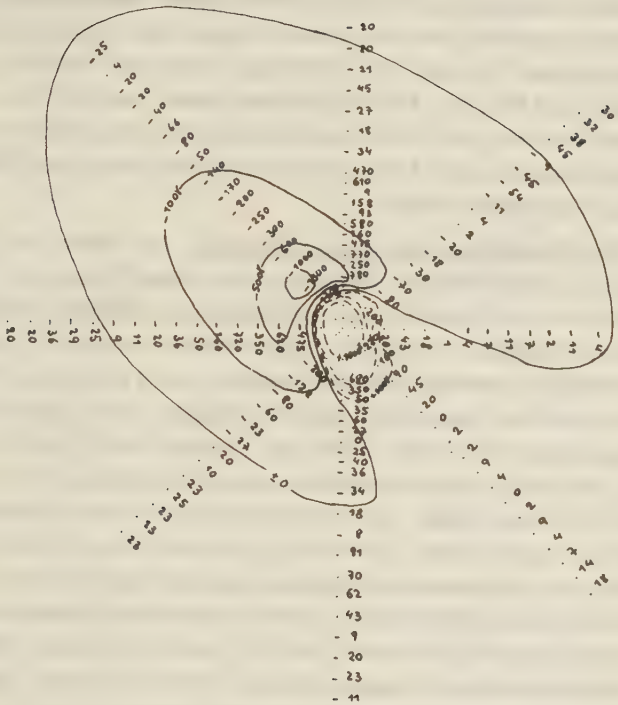


Fig 12
ΔZ- ISANOMALIENPLAN
ANZENBERG

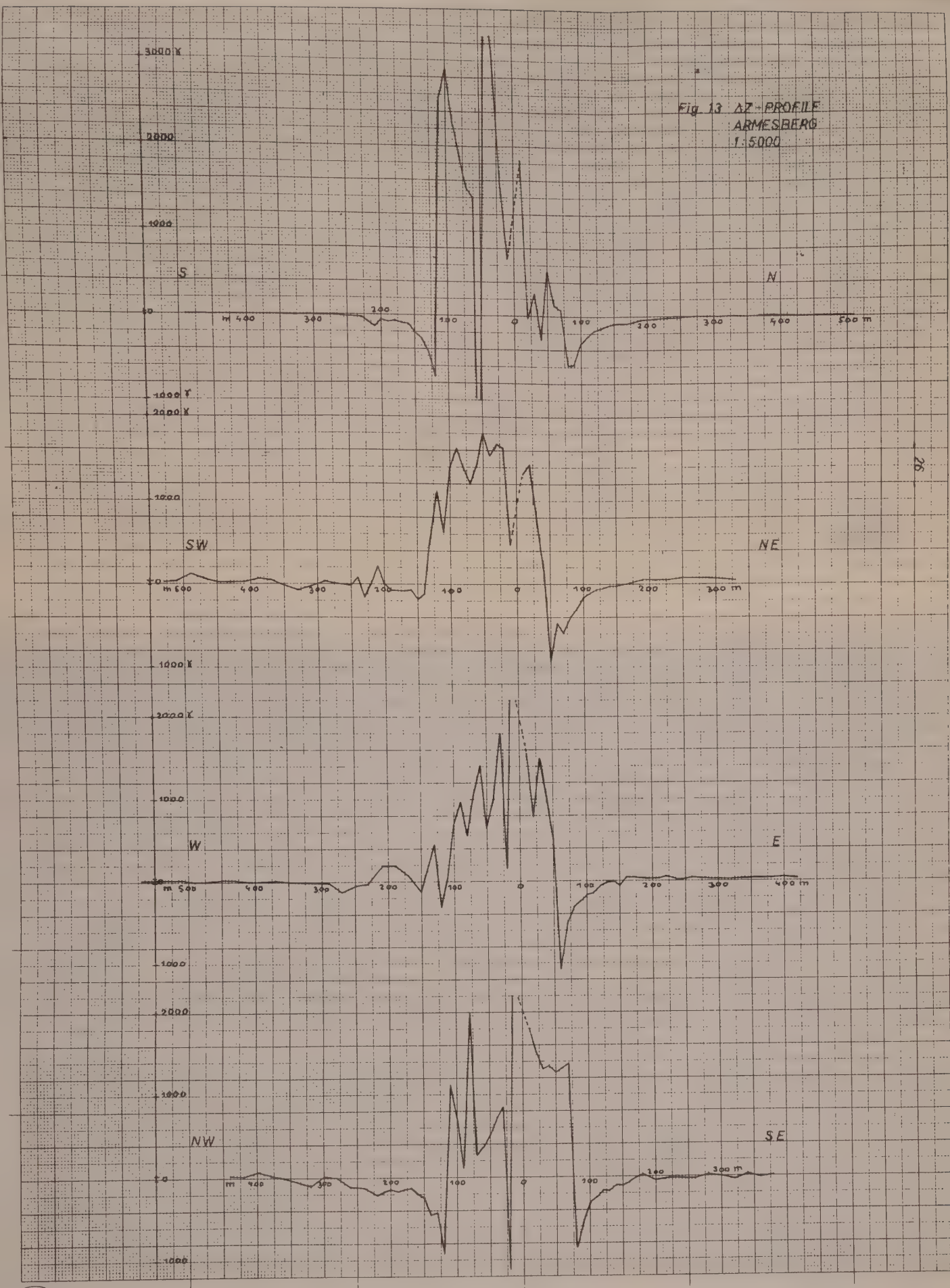
0 100 m

dessen Längserstreckung mit der angegebenen Richtung nahezu zusammenfallen muß. Die später folgenden theoretischen Berechnungen werden hier noch etwas weiterhelfen.

Die Anomalie des Armesberges. Die vier Profile sind auch bei diesem Basaltvorkommen so angelegt worden wie beim Rauhen Kulm. Die Profil- und die Isanomalendarstellung der Anomalie des Armesberges ist in den Fig.13 und 14 wiedergegeben. Sieht man von dem Profil in südwestlicher Richtung ab, wo sich vermutlich noch Einflüsse eines Nebenstörkörpers bemerkbar machen, so zeigt sich längs der Profile stets ein symmetrischer Verlauf der Störung. Über dem Basalt ist die Störung positiv, zu beiden Seiten davon besitzt sie Nebenminima. Er hat, wie der des Rauhen Kulm, die Gestalt eines Kreiszylinders, was hier auch durch die Form der Höhenschichtlinien angedeutet wird.

Die Anomalien der Aigner Kuppen. Auf Grund der sattelförmigen Aufwölbung im Gelände, die NE-SW streicht, ist zunächst ein N-S Profil, das zwischen den beiden, bisher erwähnten, Steinbrüchen verläuft, magnetisch vermessen worden. Es ist vermutet worden, daß die rechts und links vom Profil abgebauten Basalte irgendwie zusammenhängen. Die magnetische Vertikalkomponente verläuft aber auf diesem Profil plus minus ruhig und zeigt die erwartete Anomalie nicht. Ein weiteres Profil ist nun längs der Verbindungslinie der beiden Steinbrüche gelegt worden. Über den Basalten ergab sich hierbei jeweils ein Minimum der Störung und zu beiden Seiten davon die entsprechenden Nebenmaxima. Über die beiden Basaltvorkommen sind noch weitere, kürzere Profile gelegt worden. Fig.15 zeigt den Störungsverlauf längs einiger Profile. Nach den Meßergebnissen sind die beiden Basaltkörper negativ oder auch "umgekehrt" magnetisiert. Da es sich bei diesen kleinen Körpern schwer abschätzen läßt, wie die Wirkung der abgebauten Basalte ist, soll die Gestalt derselben nicht näher betrachtet werden.

Der Grundwasserspiegel liegt in den beiden Steinbrüchen gewöhnlich so hoch, daß die Sohle derselben unter Wasser steht. Dies hat zu einer Einstellung des Abbaues des Basaltes geführt. In dem trockenen Sommer des Jahres 1959 ist der Grundwasserspiegel so weit gesunken, daß die Sohle des südlichen Bruches



A 3 297 x 420 mm

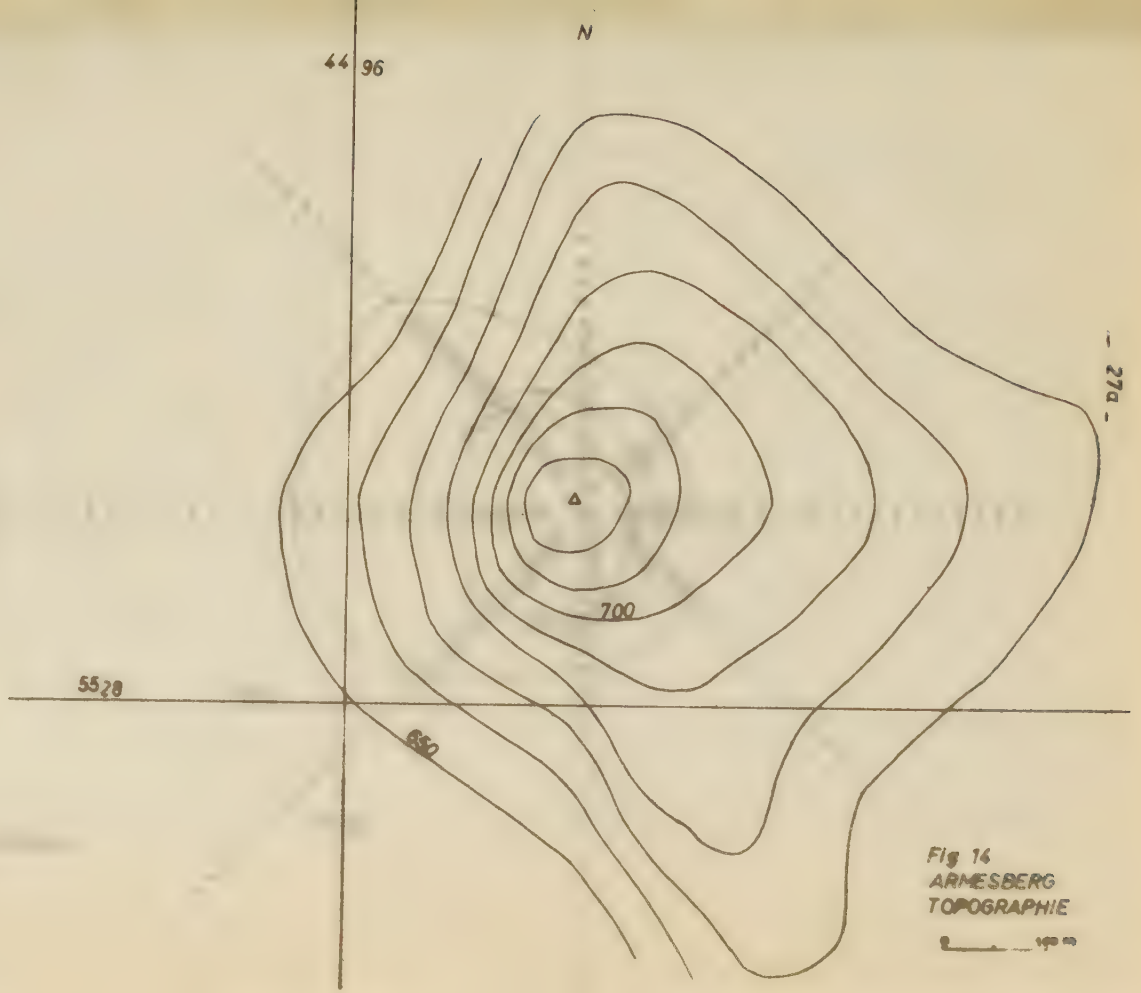
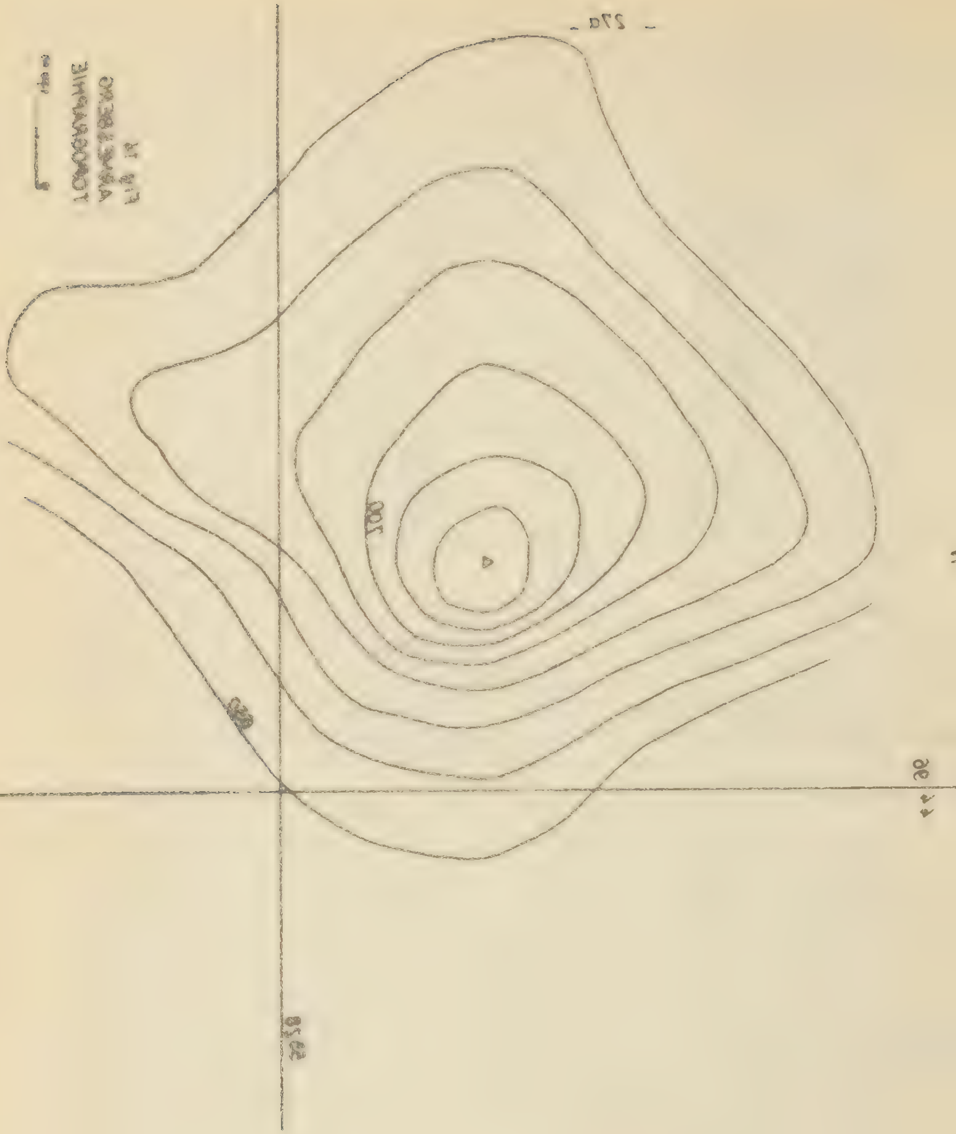


Fig 14
ARMESBERG
TOPOGRAPHIE



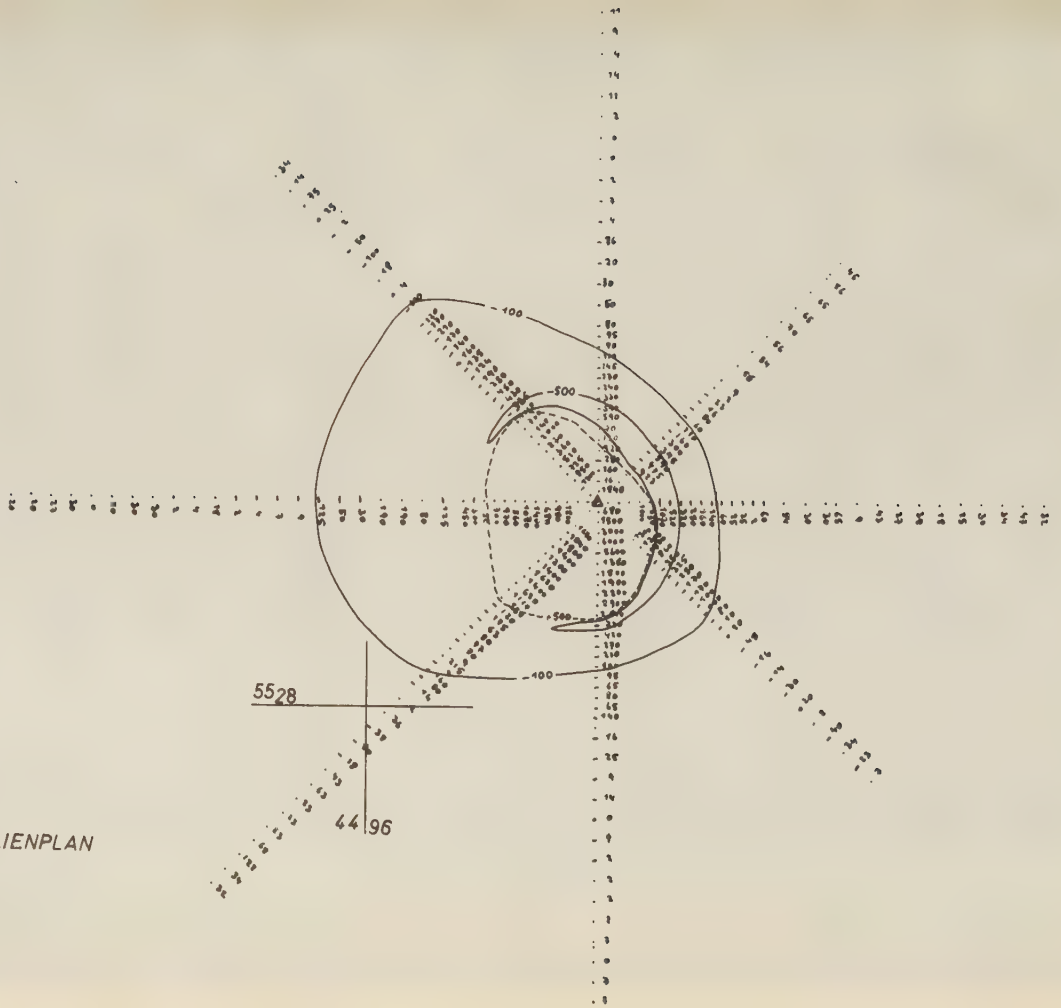


Fig 14
AZ-ISANOMALIENPLAN
ARMESBERG

0 100m

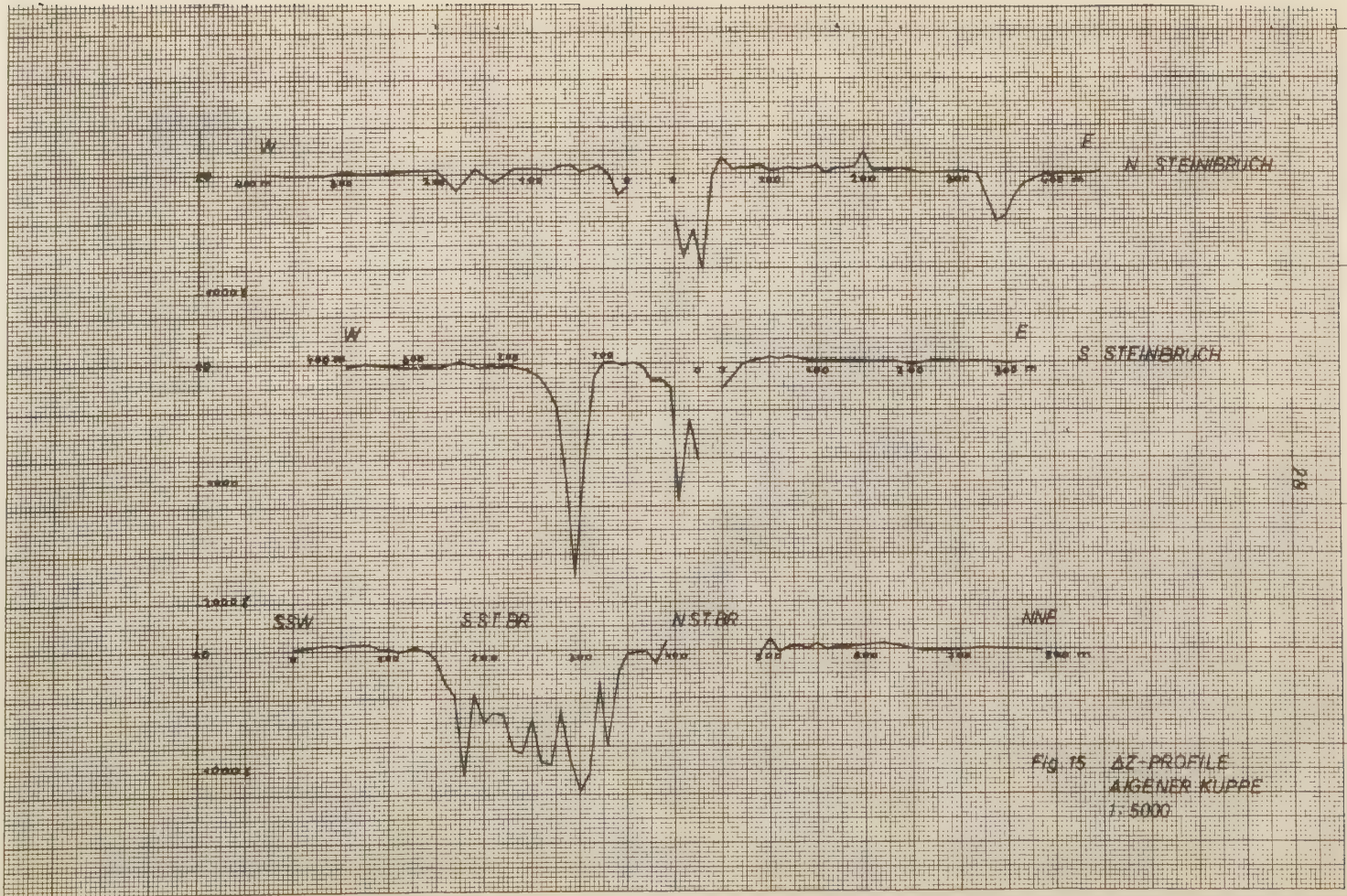


Fig. 15 ΔZ-PROFILE AIGENER KUPPE 1:5000

trocken geworden ist. Man konnte so im Basalt schön die Bildung von Säulen erkennen. Weiterhin konnte auch im Bruch gemessen werden. Im nördlichen Steinbruch ist dagegen immer Wasser gestanden.

Auf den vermessenen Profilen, NE-SW und E-W, zeigten sich noch andere Anomalien. Diese deuten auf weitere, kleinere Basaltvorkommen hin, deren Durchmesser aber nur etwa 20 m beträgt. Von den Profilen sind zwei erfaßt worden, die geologisch an der Oberfläche nicht zu erkennen waren. Bei einer engeren Vermessung hätte man vermutlich noch weitere gefunden. Sie sind, wie die größeren Körper, negativ magnetisiert.

Die Anomalie des Wunschberges. Hier kommt der Basalt, wie früher schon erwähnt, als Decke vor, die heute schon in einer zweiten Etage abgebaut wird. Über dieses Vorkommen sind zwei Profile gelegt worden. Mit ihnen sollte nur festgestellt werden, welche Magnetisierungsrichtung die Basaltdecke besitzt. Nach den erhaltenen Störwerten ist sie positiv, also annähernd in Richtung des Erdfeldes, magnetisiert. Genauere Untersuchungen an diesem Basalt müssen einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

4. Die Berechnung der magnetischen Anomalie von Modellstörkörpern, die den hier zu untersuchenden, geologischen Körpern angepaßt sind.

In der Literatur sind die Anomalien von Störkörpern oft unter der Annahme berechnet worden, daß sie im Untergrund verborgen sind. Den Modellen hat man die Form von Kugeln, Zylindern, Gängen, usw. gegeben. Sie durften nur nicht bis zur Erdoberfläche reichen oder gar über sie hinausragen. In einigen neueren Arbeiten (z.B.SCHMUCKER 1956) ist man dazu übergegangen, die Wirkung der über das Niveau der Beobachtungspunkte herausragenden Massen zu erfassen.

Die Basaltvorkommen in der Oberpfalz sind an der Erdoberfläche kartierbar, sie ragen über das mittlere Niveau der Umgebung hinaus. Auch in dieser Arbeit ist versucht worden, die Störfelder solcher Körper zu berechnen. Der Verlauf der Anomalie über einem magnetisierten Körper hängt von sehr vielen Faktoren

ab. Zu nennen ist hier die Lage und Gestalt des geologischen Körpers, die Teufe seiner Ober- und Unterkante im Untergrund, die Gestalt der Geländeerhebung, wenn er über die Erdoberfläche herausragt, und schließlich noch seine magnetischen Eigenschaften, wie Stärke und Richtung der Magnetisierung. Auch hängt sie von dem Grade der Inhomogenität der Magnetisierung ab.

Bei einigen Basaltschloten in der Oberpfalz ist im allgemeinen die Form und das Ausmaß ihrer Querschnitte an der Oberfläche aus der Oberflächenkartierung hinreichend bekannt. Unbekannt ist, wie weit sie sich nach der Tiefe hin erstrekken und in welcher Richtung sie magnetisiert sind. Bei den Berechnungen ist so vorgegangen werden, daß zu einem Modell, das ungefähr dem betreffenden Basaltvorkommen entsprechen dürfte, die Anomalie für die Erdoberfläche berechnet worden ist. Nach Vergleich der berechneten Störwerte mit den gemessenen, ist dann das Modell so abgeändert worden, d.h.die Teufe der Unterkante und die Richtung und Stärke der Magnetisierung ist so lange verändert worden, bis die berechnete und die gemessene Anomalie ungefähr denselben Verlauf und denselben Betrag hatte. Es kann nun angenommen werden, daß das Modell in etwa dem Schlot im Untergrund entspricht. Bei allen theoretischen Berechnungen von Anomalien muß man von der Annahme ausgehen, daß der Körper homogen magnetisiert ist. Sonst würden die Variationsmöglichkeiten ins uferlose steigen.

Wie bei den Berechnungen von Schwereanomalien ist es auch bei der Berechnung von magnetischen Störungen zweckmäßig, nicht die Störwerte unmittelbar zu berechnen, sondern zunächst die Potentiale der Störungen für die betreffenden Körper zu berechnen. Das Störfeld erhält man dann durch Differenzieren des Potentials.

Die besondere Gestalt der Basaltschlote in der Oberpfalz gestatten es uns, ein Berechnungsverfahren anzuwenden, das von Prof. Angenheister angegeben worden ist und hier erstmals angewendet wird. Wir können nämlich annehmen, daß die Basalte zusammengesetzt sind aus vertikalen Säulen von kleinem Querschnitt. Diese Säulen sollen homogen magnetisiert sein. Für jede einzelne läßt sich das Potential berechnen und aus diesem dann das Feld. Zum Schluß brauchen dann nur die Wirkungen

der einzelnen Säulen addiert werden, um zur Gesamtstörung des Basaltkörpers zu kommen.

Für unsere Berechnungen wählen wir ein rechtwinkliges Koordinatensystem so, daß die x- und y-Achse horizontal verlaufen. Die x-Achse soll parallel zur Richtung des magnetischen Feldes sein. Die z-Achse weise senkrecht nach unten, wie es die Fig.16 zeigt. Wir wählen jetzt eine Säule aus und einen Aufpunkt P', für welchen wir das Störfeld der Säule berechnen wollen. Der Querschnitt der Säule sei festgelegt durch zwei vom P' ausgehende Strahlen, welche einen Winkel $d\alpha$ einschließen, und zwei Kreisbögen um P' mit den Radien ϱ und $\varrho + d\varrho$. Der Querschnitt habe die Koordinaten ξ und η. Von der Säule greifen wir nur ein kleines Element heraus, das in der Tiefe ξ liegt und die Höhe $d\xi$ besitzt. Die Entfernung des Elements vom Aufpunkt P' sei e. Die Verbindungslinie von P' nach dem Element schließe mit der xy-Ebene den Winkel φ ein. Der Horizontalabstand des Punktes P' von der Säule sei ϱ. Aus der Figur ist ersichtlich, daß gilt:

$$e^2 = \varrho^2 + (z - \xi)^2.$$

Bedeutet J_x die Magnetisierung der Säule in horizontaler Richtung und J_z die Magnetisierung in vertikaler Richtung, so erhält man für das Potential δV der gesamten Säule den Ausdruck:

$$\delta V = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \left[J_x \frac{(x-\xi)}{e^3} + J_z \frac{(z-\xi)}{e^3} \right] \varrho \, d\alpha \, d\varrho \, d\xi ;$$

ξ_1 und ξ_2 geben die obere bezw. untere Begrenzung der Säule an.

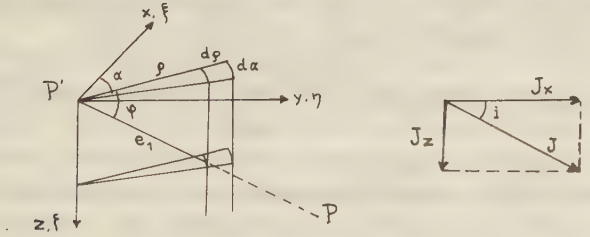


Fig.16

Für die Umformung der obigen Gleichung für δV benötigen wir folgende Integralausdrücke und ihre Lösungen:

$$\int_{\xi_1}^{\xi_2} \frac{d\xi}{e^3} = -\frac{1}{\rho^2}\,\frac{z-\xi}{e}\Big|_{\xi_1}^{\xi_2} = -\frac{1}{\rho^2}\left(\frac{z-\xi_2}{e_2} - \frac{z-\xi_1}{e_1}\right)$$

$$\int_{\xi_1}^{\xi_2} \frac{z-\xi}{e^3}\,d\xi = \frac{1}{e}\Big|_{\xi_1}^{\xi_2} = \frac{1}{e_2} - \frac{1}{e_1};$$

Damit läßt sich schreiben:

$$\delta V = \rho\, dx \quad d\rho \left[-J_x \frac{x-\xi}{\rho^2}\left(\frac{z-\xi_2}{e_2} - \frac{z-\xi_1}{e_1}\right) + J_z\left(\frac{1}{e_2} - \frac{1}{e_1}\right)\right.$$

Um das Störfeld Δz zu erhalten, muß dieser Ausdruck differenziert werden. Der partielle Anteil der Säule am gesamten Störfeld wird mit $\delta \Delta z$ bezeichnet. Für ihn ergibt sich:

$$\delta \Delta z = -\frac{\partial I}{\partial z} = -\rho\, dx d\rho \left[-J_x \frac{x-\xi}{\rho^2}\left(\frac{1}{e_2} - \frac{(z-\xi_2)^2}{e_2^3} - \frac{1}{e_1} + \frac{(z-\xi_1)^2}{e_1^3}\right)\right.$$

$$\left. + J_z\left(-\frac{(z-\xi_2)}{e_2^3} + \frac{(z-\xi_1)}{e_1^3}\right)\right];$$

Der Magnetisierungsvektor J besitzt die beiden Komponenten J_x (Horizontalkomponente) und J_z (Vertikalkomponente). Die Horizontalrichtung J_x kann man als die Deklination der Magnetisierung bezeichnen. Der Winkel i, den der Magnetisierungsvektor mit dieser Richtung einschließt, kann als seine Inklination bezeichnet werden (s.Fig.16). Um Verwechslungen zu vermeiden, sei die Inklination der Magnetisierung mit i bezeichnet, während die Inklination des Erdfeldes mit I, wie allgemein üblich, bezeichnet wurde. Es ist also $\cos i = J_x/J$ und $\sin i = J_z/J$. Dividiert man die letzte Gleichung durch J, durch die totale Magnetisierung, so ergibt sich:

$$\frac{\delta \Delta z}{J} = -\rho\, dx d\rho \left[-\frac{(x-\xi)}{\rho^2}\left(\frac{\rho^2 + (z-\xi_2)^2 - (z-\xi_2)^2}{e_2^3} - \frac{\rho^2 + (z-\xi_1)^2 - (z-\xi_1)^2}{e_1^3}\right)\right.$$

$$\cos i + \left(-\frac{(z-\xi_2)}{e_2^3} + \frac{(z-\xi_1)}{e_1^3}\right) \sin i\Big];$$

$$\frac{\delta \Delta z}{J} = -\rho\, dx d\rho \left[-(x-\xi)\left(\frac{1}{e_2^3} - \frac{1}{e_1^3}\right)\cos i - \left(\frac{z-\xi_2}{e_2^3} - \frac{z-\xi_1}{e_1^3}\right)\sin i\right]$$

Wir rücken nun den Aufpunkt in den Ursprung des Koordinaten-

systems, $P'(xyz) = P'(000)$.

$$\frac{\delta\Delta z}{J} = -\rho\, d\alpha\, d\rho \left[+\xi\left(\frac{1}{e_2^3} - \frac{1}{e_1^3}\right)\cos i + \left(\frac{2}{e_2^3} - \frac{1}{e_1^3}\right)\sin i\right];$$

Ist die Säule unendlich lang, so wird: $\xi_2 \to \infty$ und $e_2 \to \infty$. Damit folgt:

$$\frac{\delta\Delta z}{J} = \rho\, d\alpha\, d\rho \left[\frac{\xi}{e_1^3}\cos i + \frac{\xi_1}{e_1^3}\sin i\right];$$

Der Figur 17 können wir unmittelbar folgende Beziehungen entnehmen:

$$\frac{\rho}{e_1} = \cos\varphi$$

$$\frac{d\rho}{e_1} = \frac{d\rho}{\rho}\,\frac{\rho}{e_1} = \frac{d\rho}{\rho}\cos\varphi$$

$$\frac{\xi}{e_1} = \frac{\rho\cos\alpha}{\rho/\cos\varphi} = \cos\alpha\cos\varphi$$

$$\frac{\xi_1}{e_1} = \sin\varphi$$

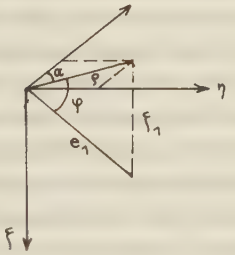


Fig. 17

Damit läßt sich der Ausdruck für $\delta\Delta z$ umformen:

$$\frac{\delta\Delta z}{J} = d\alpha\left[\frac{\rho}{e_1}\,\frac{d\rho}{e_1}\,\frac{\xi}{e_1}\cos i + \frac{\rho}{e_1}\,\frac{d\rho}{e_1}\,\frac{\xi_1}{e_1}\sin i\right];$$

$$= d\alpha\left[\frac{d\rho}{\rho}\cos^3\varphi\cos\alpha\cos i + \cos^2\varphi\sin\varphi\,\frac{d\rho}{\rho}\sin i\right]$$

$$\frac{d\Delta z}{J} = \frac{d\rho}{\rho}\cos^3\varphi\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\cos\alpha\, d\alpha\cos i + \frac{d\rho}{\rho}\cos^2\varphi\sin\varphi\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} d\alpha\sin i$$

$$= \cos i\,\frac{d\rho}{\rho}\cos^3\varphi\,(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1) + \sin i\,\frac{d\rho}{\rho}\cos^2\varphi\sin(\alpha_2 - \alpha_1)$$

Der obige Ausdruck $d\Delta z/J$ gibt das auf die Einheitsmagnetisierung bezogene Störfeld einer unendlich langen Säule vom Querschnitt $\rho\, d\alpha\, d\rho$ an. Die weitere Aufgabe besteht jetzt darin, über alle Säulen, aus denen der Basaltkörper aufgebaut ist, zu integrieren. Die Integration nach $d\alpha$ ist bereits ausgeführt worden. Die Integration des Ausdrucks nach $d\varphi$ läßt sich auch ohne Schwierigkeiten durchführen. Dazu muß und d durch φ und ξ ausgedrückt werden. Es ist: $\rho = \xi\,\mathrm{ctg}\,\varphi$ und $d\rho = -\xi\, d\varphi/\sin^2\varphi$, damit wird:

$$\frac{\Delta\Delta z}{J} = -(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)\operatorname{tg}\varphi\cos\varphi\,d\varphi\cos i$$

$$-(\alpha_2 - \alpha_1)\cos\varphi\,d\varphi\sin i;$$

Die Integration nach φ ergibt:

$$\frac{\Delta\Delta z}{J} = -(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)(\cos\varphi + \ln\operatorname{tg}\varphi/2)\cos i$$

$$-(\alpha_2 - \alpha_1)\sin\varphi\sin i\Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2};$$

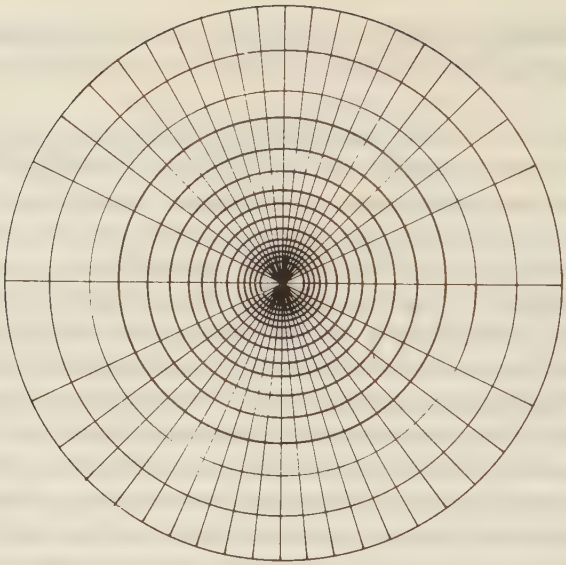
Aus dieser Beziehung ergeben sich zwar die Störfelder exakt, sie läßt sich in der Praxis aber nur für wenige spezielle Fälle heranziehen. Sie ist hier nur abgeleitet worden, weil sie später noch für einige Überlegungen von Nutzen ist.

Für die Praxis ist es einfacher, man geht bei der Auswertung von Störfeldern, die von Körpern beliebig geformter Querschnitte erzeugt werden, von der nicht integrierten Form für Δz aus: $\partial\Delta z/J$. Wir betrachten zunächst den ersten Teil der rechten Seite des Ausdruckes. Wie bei der Berechnung von Störfeldern in der Gravimetrie, so ist auch bei der Magnetik von Vorteil, wenn man sich geeigneter Nomogramme bedient. Dies sind Netzwerke, die so angelegt werden, daß jedes Feld derselben, das über dem Störkörper zu liegen kommt, einen leicht zu berechnenden Beitrag zur Gesamtstörung liefert. In unserem Falle ist durch die Differentiale $d\alpha$ und $d\varphi$ das Einteilungsschema bereits vorgegeben. Durch radiale Strahlen ist das Netz zunächst in Sektoren zu teilen, deren Öffnungswinkel so zu bemessen sind, daß die Sinus der Azimute der beiden Begrenzungsstrahlen sich um einen gleichbleibenden Betrag unterscheiden. Hierfür ist der Wert 0,1 gewählt worden. Ein Quadrant wird so in zehn Sektoren unterteilt. Die Basaltelemente, die unter ein Feld der nördlichen Hälfte des Nomogramms I zu liegen kommen, liefern einen positiven Beitrag, die anderen einen negativen. Der Quotient $d\varrho/\varrho$ schreibt weiterhin vor, das Netz durch konzentrische Kreise in Felder zu unterteilen. Der Zuwachs der Radien $d\varrho$ darf nicht konstant bleiben, sondern muß mit dem Radius ϱ wachsen. Das Verhältnis $d\varrho/\varrho$ ist in dieser Arbeit zu 0,2 gewählt worden. Die so entstandenen Felder, die von der Mitte nach außen stark an Größe zunehmen, tragen aber nicht alle gleich viel zur Störung bei, ihre Bewertung wird noch bestimmt durch den Faktor $\cos^3\varphi$. Die Summe aller Felder ist schließlich noch

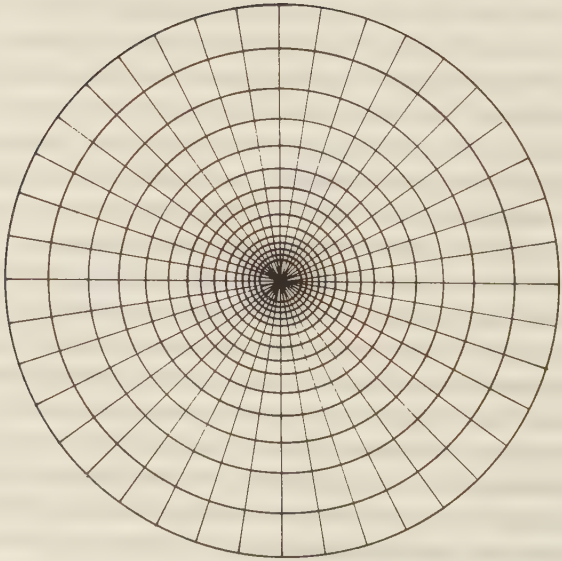
zu multiplizieren mit cos i. Das erste der in Fig.18 dargestellte Nomogramm bezieht sich auf den ersten Summanden von $\frac{d\Delta z}{J}$.

Wie die Figur zeigt, schließt die Einteilung hinsichtlich ϱ eine gewiße Schwierigkeit in der Nähe des Mittelpunktes in sich, die dann auftritt, wenn der Aufpunkt bereits auf dem Basalt liegt. In der Nähe des Mittelpunktes scharen sich die Kreise so dicht, daß die Felder sich zeichnerisch nicht mehr darstellen lassen. In dem Nomogramm lassen sich die Felder nur für Radien größer als 2 mm darstellen. Den Beitrag der kleinen Kreisflächen in der Mitte muß man daher auf andere Weise ermitteln. Die Ausdrücke in der obigen Formel sind dimensionslos. Dies bedeutet, daß man immer denselben Störwert erhält, unabhängig davon, in welchem Maßstab man den Querschnitt des Basaltschlotes zeichnet. Die Summierung über $d\varrho / \varrho$ erfolgt nach einem logarithmischen Gesetz. Ein anderer Maßstab bei der Darstellung des Basaltkörpers bedeutet nur die Hinzufügung einer Konstanten,die beim Einsetzen der Grenzen wieder wegfällt. Bei der Berechnung des Beitrages des inneren Kreises kann man nun so vorgehen, daß man die dem kleinen Kreis entsprechende Fläche des Störkörpers maßstäblich vergrößert darstellt, etwa 10 x größer und das Nomogramm wieder anwendet; gegebenenfalls kann man den nun verbleibenden inneren Rest wieder vergrößern und mit dem Nomogramm auswerten und dies so oft wiederholen, bis man weiß, daß praktisch kein nennenswerter Betrag mehr vernachlässigt wird. Das ist dann der Fall, wenn der Winkel φ so groß geworden ist, daß $\cos^3\varphi$ bezw. $\sin\varphi \cos^2\varphi$ bedeutungslos klein werden. Man kann aber auch das gleiche Verfahren rein rechnerisch durchführen.

Eleganter ist es aber, wenn man den Beitrag des inneren Kreises unmittelbar aus der obigen Beziehung für $\Delta z/J$ berechnet. Dabei zeigt es sich aber, daß für einen Kreisring zwischen ϱ und $\varrho+d\varrho$ die Summierung über die Felder immer einen größeren Wert ergibt,als die Formel der geschlossenen Integration, und zwar jeweils um 9,5 % größer. Dies ist eine Folge der historischen Entwicklung der Nomogramme. Man muß nämlich bei den einzelnen Feldern unterscheiden zwischen den verschiedenen Radien, nämlich den Begrenzungsradien ϱ_1 und ϱ_2, sowie dem mittleren Radius ϱ_m, der hier zu definieren ist als



NOMOGRAMME I



NOMOGRAMME II

Fig. 18

$\rho_m = \sqrt{\rho_1 \cdot \rho_2}$. In dem Ausdruck $d\rho/\rho$ ist für ρ der Wert ρ_m einzusetzen. Bei der Konstruktion der Nomogramme sind die Feldabmessungen auf ρ_1 bezogen worden, da aber $\rho_m = \sqrt{1,2} \cdot \rho_1 = 1,095\rho_1$ ist, muß bei der Auszählmethode ein um 9,5 % höheres Ergebnis herauskommen, wenn man für $d\rho/\rho$ die Zahl 0,2 einsetzt. Streng genommen dürfte bei den verwendeten Diagrammen für $d\rho/\rho$ nur 0,1826 als Faktor eingesetzt werden. In dieser Arbeit geht es aber nicht um absolute Beträge, sondern nur um den Verlauf der Störung. Man kann daher weiterhin auch die Zahlenwerte 0,1 für $(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$ bezw. für $(\alpha_2 - \alpha_1)$ unberücksichtigt lassen und kann jedes Feld mit dem Bruchteil, mit dem es über dem Basalt liegt, in Rechnung setzen.

Kommt die innere Kreisscheibe der Nomogramme ganz über dem Basalt zu liegen, so liefert sie beim ersten Nomogramm keinen Beitrag zur Anomalie, da der Faktor $(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$ dann verschwindet. Sie liefert nur einen Beitrag zur Störung für Aufpunkte, die in der Nähe der Begrenzung des Basaltkörpers liegen, bei denen also die Kreisscheibe nur teilweise über dem Basalt liegt. Ein Sektor liefert dann den Beitrag 10,97 Einheiten der in dieser Arbeit benutzten willkürlichen Skala, wenn der Radius des entsprechenden Basaltkegels 10 m beträgt, und 3,01 Einheiten, wenn er nur 2 m beträgt. Die nördliche, bezw. südliche Hälfte des Nomogramms liefert, abgesehen vom Vorzeichen, den Beitrag von 219 bezw. 60 Einheiten.

Zu erwähnen ist nur noch die Inklination der Magnetisierung i. Sie hängt nur von der Eigenschaft des Schlotes ab und es wird angenommen, daß sie für alle Aufpunkte gleich ist. Die Multiplikation mit dem Faktor cos i bezw. sin i braucht also erst nach Beendigung der Summation aller Felder ausgeführt werden. Für diejenigen Basaltkörper, für die sich bei der magnetischen Vermessung eine Symmetrie der Anomalie ergeben hat, ist das Störfeld nur für $i = 90^\circ$ berechnet worden. Für die anderen Fälle ist das Störfeld für mehrere Winkel i ermittelt worden. Es konnte so abgeschätzt werden, für welchen Wert i die gerechnete und die gemessene Anomalie am besten übereinstimmen.

Dieselben Überlegungen für den ersten Summanden der obigen Gleichung für $\Delta z/J$ gelten auch für den zweiten.

Er hängt von denselben Größen ab. Da die Art der Abhängigkeit aber eine andere ist, benötigt man ein etwas anders unterteiltes Nomogramm (Fig.18, II.Teil). Entsprechend der Differenz $(\alpha_2 - \alpha_1')$ sind hier nur Radien im äquidistanten Winkelabstand einzuzeichnen. Als konstanter Abstand ist 9° gewählt worden, um auch hier wieder eine Unterteilung des Quadranten in zehn Sektoren zu erhalten. Die Kreise sind ebenfalls in mit wachsenden Abständen gezogen worden. Der Gang der Rechnung ist derselbe wie beim ersten Summanden der Gleichung. Der zweite Summand läßt sich auch integrieren. Die Integration über einen Kreisring liefert auch hier aus den oben erörterten Gründen einen um den gleichen Faktor kleinen Wert als die schrittweise Summation. Da hier ebenfalls ein willkürlicher Maßstab eingeführt worden ist, ist dies nicht von Bedeutung. In dieser Skala liefert die Kreisscheibe, wenn sie ganz über dem Basalt zu liegen kommt, den Beitrag 198 Einheiten, wenn der Radius des entsprechenden Basaltkegels 10 m beträgt und 122 Einheiten, wenn er nur 2 m beträgt. Für Aufpunkte am Rande des Basaltschlotes darf nur der Bruchteil der Scheibe in Rechnung gesetzt werden, der über dem Basalt zu liegen kommt.

Die Addition der Ergebnisse der Auszählung mittels beider Nomogramme ergibt schließlich den gesuchten Verlauf der Störung pro Einheit der Magnetisierung. Die Aufpunkte sind ebenso wie die magnetischen Messungen auf Profilen einzuordnen. Für jedes Basaltvorkommen ist so längs Profilen der Verlauf der Anomalien berechnet worden. Sie lassen sich dann mit den gemessenen vergleichen. Dieser Vergleich soll nur zeigen, ob es sich bei den Basaltschloten der Oberpfalz um zylindrische Körper handelt oder ob sie nach der Tiefe hin ihre Gestalt ändern, ob sie sich bis in große Tiefen hinab erstrecken, so daß eine Integration bis in $+\infty$ gerechtfertigt ist oder nicht. Erstreckt sich der Körper aber nur wenige Hundertmeter tief, so ist nach demselben Rechenverfahren die Wirkung des nicht vorhandenen, tieferen Teiles des zuerst vermuteten Basaltes abzusiehen.

Auf den Profilen sind die Aufpunkte, für die die Störwerte berechnet worden sind, nicht äquidistant auf den Profilen verteilt worden, sondern in den Karten sind diejenigen Punkte

ausgewählt worden, in denen die Profile die eingezeichneten Höhenschichtlinien im Abstand von 10 zu 10 m Höhendifferenz schneiden. Dies hat bei den gegebenen Verhältnissen der herausgewitterten Basaltschlote gewisse, praktische Vorteile. Die Änderungen der Anomalien sind nämlich dort am größten, wo sich die Höhenschichtlinien scharen. An den entscheidenden Stellen der Profile häufen sich so automatisch die Meßpunkte.

Jedem Feld des Nomogramms, das über dem Basalt liegt, ist ein eigener Wert von φ zugeordnet. Für Aufpunkte, die weit vom Basaltkörper wegliegen, kann für alle Felder ein mittleres φ benutzt werden, da die Änderung von φ von Feld zu Feld nur gering ist und der Beitrag der einzelnen Felder klein ist. Für Aufpunkte jedoch, die in der Nähe des Basaltes liegen oder auf ihm sich befinden, ist diese Vereinfachung nicht mehr zulässig. Es muß für jedes Feld das entsprechende in Rechnung gesetzt werden.

Berücksichtigt wird bei unserem Auswerteverfahren automatisch die Topographie. Bei den besonderen Gegebenheiten der Basalte der Oberpfalz verursacht sie nämlich Minima, die sogenannten Hörnchen zu beiden Seiten des Maximums, sofern allerdings auf den Profilen nur die vertikale Magnetisierungskomponente wirksam ist. Dies ist bei einem vertikalen Magnetisierungsvektor auf allen Profilen der Fall, bei geneigten Vektoren auf den Profilen, die auf der Richtung von J_x senkrecht stehen.

3. Die Ergebnisse der Berechnungen.

Nach den Einführungen und Erläuterungen zum Verfahren der Berechnungen sollen deren Ergebnisse besprochen werden. Zunächst sollen nur die gemessenen und die berechneten Anomalien von vier Basaltvorkommen der Oberpfalz, nämlich vom Schloßberg, vom Rauhen Kulm, vom Anzenberg und vom Armesberg verglichen werden.

Der Schloßberg. Betrachtet man die gemessenen Anomalien längs der Profile dieses Berges, so erkennt man, daß die Magnetisierungsrichtung seiner Basalte geneigt ist. Auf dem NE-SW-Profil (Fig.4) befindet sich im NE ein Minimum, das größte von allen gemessenen. Ein entsprechendes Minimum auf der anderen Seite des Maximums über dem Basalt fehlt. Auf dem

NW-SE-Profil, (Fig.4) das auf dem ersten senkrecht steht, liegen dagegen zu beiden Seiten des Maximums symmetrische Minima der Vertikalkomponente des Störfeldes. Die Minima des letzteren Profils werden durch die Topographie verursacht. Die Meßpunkte außerhalb des Basaltkörpers liegen tiefer als die Kuppe desselben. Die über dem Niveau der Meßpunkte liegenden Basalte verursachen negative Störwerte für die Vertikalkomponente, wenn der Basalt positiv magnetisiert ist und positive Störwerte, wenn er negativ magnetisiert ist. Auf den anstehenden Basalten des Schloßberges sind die Störwerte positiv.

Die Störwerte der x-Komponente der geneigten Magnetisierung sind azimutabhängig, was aus dem Nomogramm I sofort zu ersehen ist. In Richtung der Deklination der Magnetisierung haben sie Extrema, und zwar im Süden ein positives und im Norden ein negatives. Dagegen verschwinden sie auf dem senkrecht dazu verlaufenden Profil. Das Letztere ist auf dem NW-SE Profil des Schloßberges der Fall. Daraus folgt also, daß längs dieses Profils die Horizontalkomponente der Anomalie verschwindet. Dies bedeutet wiederum, daß die Magnetisierung der Basalte in SW-NE-licher Richtung erfolgt ist. Die anderen, vermessenen Profile nehmen eine Zwischenstellung zwischen diesen beiden ausgezeichneten Richtungen, die man auch Hauptrichtungen nennen kann, ein.

Bei den Berechnungen der Anomalie ist zuerst mit einem N-S Profil begonnen worden. Dabei ist angenommen worden, daß auch die Magnetisierung in der S-N Richtung, entsprechend der Richtung des heutigen Erdfeldes verläuft. Der Neigungswinkel ist zwischen 60° und 70° verändert worden. Die Rechnung ergab aber einen Verlauf der Anomalie, der mit dem beobachteten in keiner Weise übereinstimmte. Auf Grund der oben dargelegten Überlegungen sind dann noch die Anomalien längs zweier Profile berechnet werden, deren Richtung mit den Hauptrichtungen zusammenfallen. Der Magnetisierungsvektor ist nach NE weisend angenommen worden. Die Störwerte sind für die Neigungswinkel 60° und 70° berechnet worden. Die Unsymmetrie des Profils NW-SE ist in der Rechnung mehr zum Ausdruck gekommen als in den Messungen. Das Profil hängt von der topographischen Unsymmetrie des Basaltes ab .

Die so mittels des Auswerteverfahrens erhaltenen Anomalien auf den zwei Profilen stimmen relativ gut mit den beobachteten (s.Fig.19) überein. Die Rechnung hat somit die aus den Messungen abgeleitete Richtung der Magnetisierung bestätigt.

Der Rauhe Kulm. Die Isanomalenkarte vom Rauhen Kulm (Fig.9) zeigt ein symmetrisches Bild. Alle Linien gleicher Störwerte laufen zentrisch um den Berg herum. Dies bedeutet, daß die Magnetisierung vertikal nach unten gerichtet ist. Als Modell für die Berechnung ist ein senkrechter Kreiszylinder angenommen worden, der vertikal nach unten magnetisiert ist. Bei den einfachen magnetischen Verhältnissen am Rauhen Kulm ist es ausreichend, nur ein Profil zu berechnen. Ausgewählt ist die N-S-Richtung worden. Der Körper soll sich zunächst bis in große Tiefen ($\rightarrow \infty$) erstrecken. Fig.20 zeigt die berechnete Anomalie für das Profil. Das Verhältnis: Maximum der Anomalie zu den beiden symmetrischen Minima gibt einen Anhalt, wie weit sich der Körper nach unten erstreckt. Je tiefer nämlich der Basalt nach unten reicht, desto flacher werden die Minima zu beiden Seiten des Maximums.

Die Übereinstimmung der Meßergebnisse am Rauhen Kulm mit den Berechnungen unter den obigen Annahmen ist ausreichend, wenn man annimmt, daß der vertikal magnetisierte Basaltkörper bis in große Tiefen hinabreicht. Würde seine Tiefenerstreckung geringer sein, so wäre die Übereinstimmung verschlechtert worden, ebenso wenn man eine von 90° abweichende Inklination der Magnetisierung annehmen würde.

Der Anzenberg. Auch hier ist die Berechnung der Störung mit einem N-S Profil und einer Magnetisierung in dieser Richtung begonnen worden. Dies schien hier umso angebrachter, als in dieser Richtung auch ein von SCHRÖDER (1958) kartierter Rücken, der oben schon beschrieben worden ist, verläuft. Es konnte keine Übereinstimmung mit der gemessenen Anomalie gefunden werden. Wie weiterhin oben schon ausgeführt worden ist, deuten sowohl die Isanomalenkarte wie die Höhenschichtlinien darauf hin, daß das Basaltvorkommen positiv in Richtung SE-NW magnetisiert ist. Die Isanomalenkarte ist spiegelbildlich zur Linie SE-NW. Auch die Höhenschichtlinien streichen ungefähr in dieser Richtung. Die Höhenschichtlinien verraten,

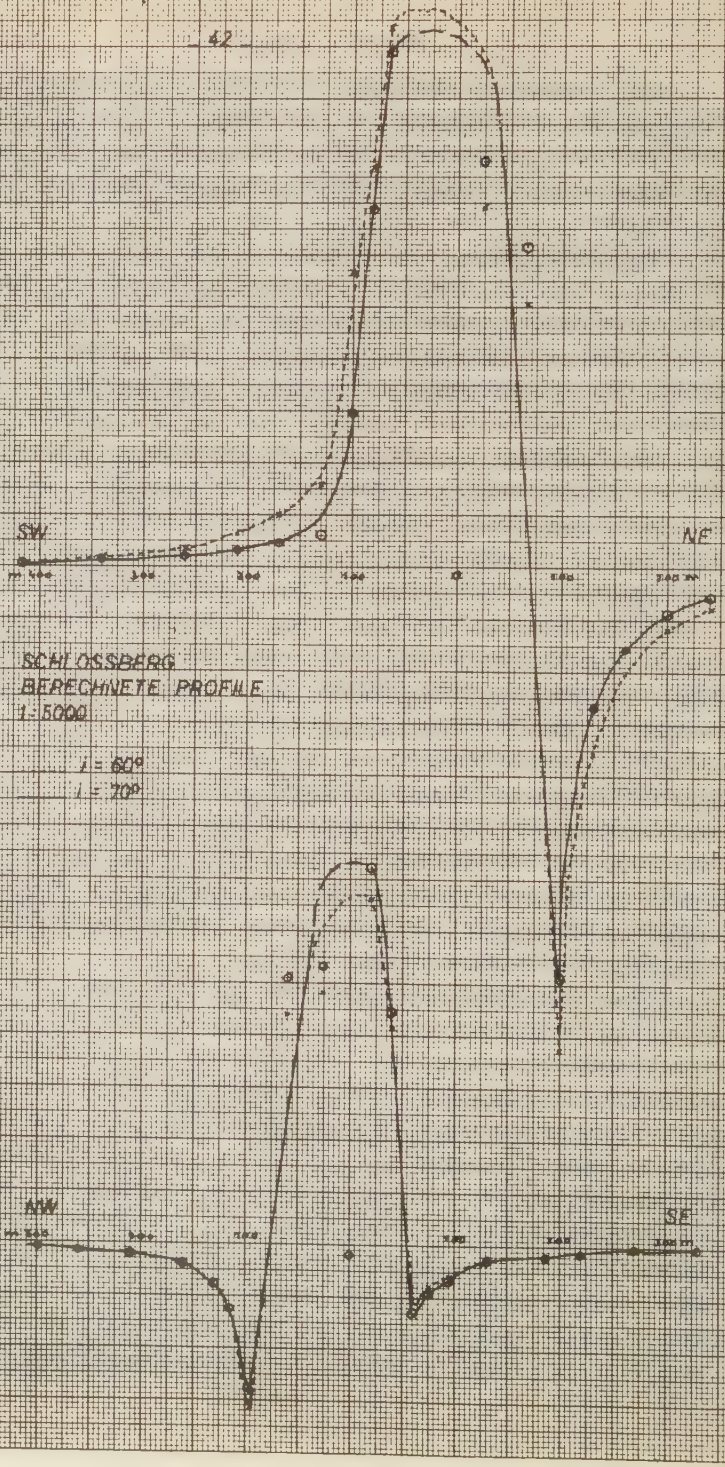


Fig. 18 SCHLOSSBERG
BERECHNETE PROFILE
1:5000

i = 60°
i = 70°

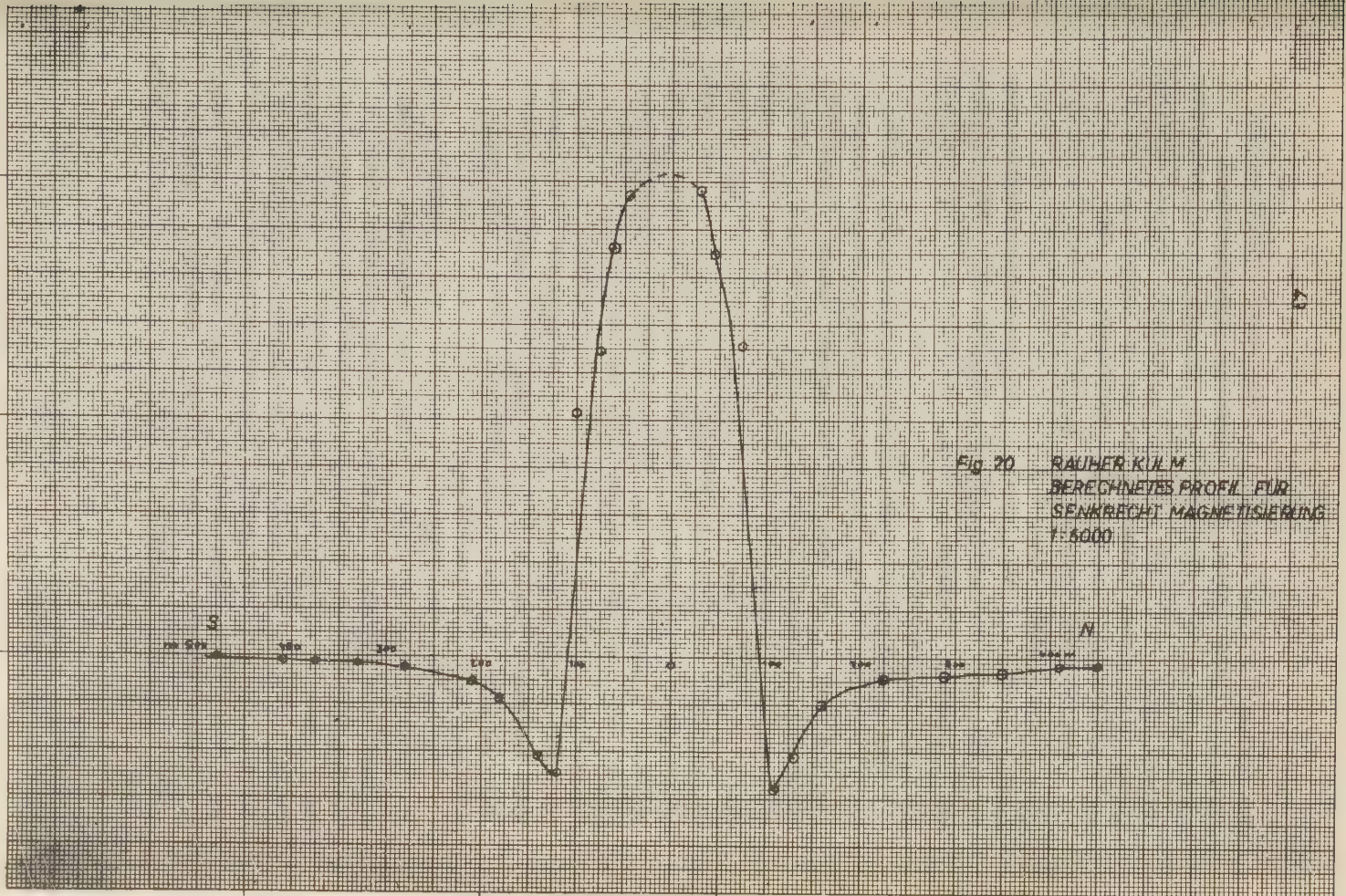


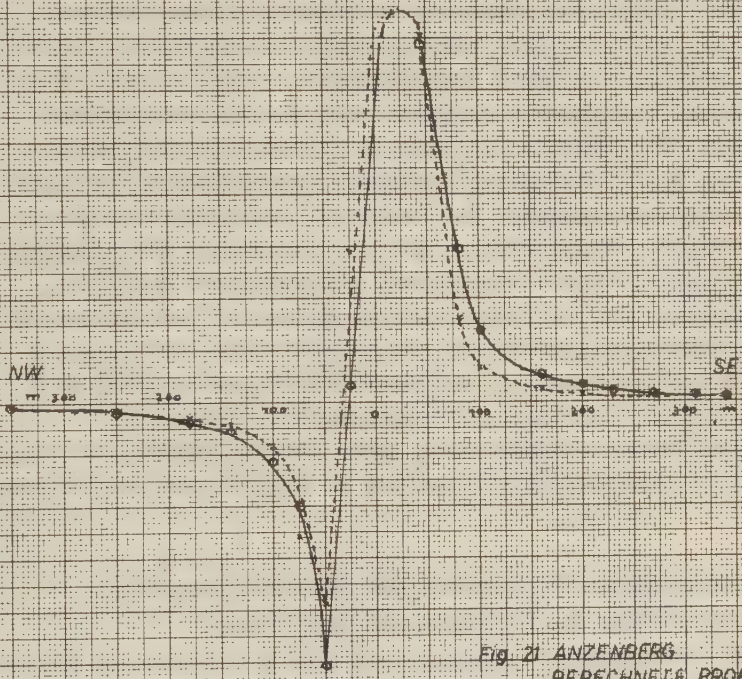
Fig. 20 RAUHER K.U.M.
BERECHNETES PROFIL FÜR
SENKRECHT MAGNETISIERUNG
1:6000

wie das wohl oft der Fall ist, den härteren Gesteinskörper. Den an der Erdoberfläche geologisch kartierten, schmalen Rücken muß man als einen oberflächennahen Ausläufer betrachten, der nach unten hin keine Fortsetzung besitzt. Er läßt sich bemerken durch starke Schwankungen, die dem generellen Verlauf des gemessenen N-S Profils (Fig.10) überlagert sind.

Mit der SE-NW verlaufenden Magnetisierungsrichtung und einem Neigungswinkel desselben von 40° und 60° sind die Anomalien auf den zwei Profilen SE-NW und SW-NE berechnet worden. In Fig.21 sind die Resultate wiedergegeben. Beim Vergleich mit den gemessenen Störungen ist die Übereinstimmung als einigermaßen gut zu bezeichnen.

Der Armesberg. Bei den drei bisher besprochenen Basaltvorkommen in der Oberpfalz hat sich ergeben, daß die Magnetisierungsrichtung der Längserstreckung des Körpers folgt. Besitzt er in horizontaler Richtung keine bevorzugten Azimute, so ist sehr wahrscheinlich, daß er in Richtung des Lotes magnetisiert ist. Für eine evtl. Bestätigung dieses Befundes kommt nur noch der Armesberg in Betracht. Er ist ein Berg, der seine ursprüngliche Gestalt noch besitzt und nicht von Menschenhand verändert worden ist, ebenso wie die vorher besprochenen Beispiele. Sie verdanken dies wohl dem Umstand, daß sie unter Naturschutz stehen. Wie man aus der topographischen Karte ersieht, laufen die Höhenschichtlinien ähnlich wie beim Rauhen Kulm kreisförmig um den höchsten Punkt des Berges herum. Dies deutet darauf hin, daß der Basaltkörper einen nahezu kreisförmigen Querschnitt besitzt.

Die vermessenen Profile zeigen Anomalien, welche nur von der Vertikalkomponente der Magnetisierung herrühren. Es sind symmetrische Minima auf beiden Seiten des Maximums über dem Basalt. Die Horizontalkomponente muß verschwindend klein sein. Dies bedeutet, daß die Basalte des Armesberges vertikal magnetisiert sein müssen. Typisch für ein solches Vorkommen sind das N-S und das NW-SE Profil. Wie oben schon geschildert worden ist, sind die Messungen im SW und W überlagert von engräumigen Störungen, die wahrscheinlich von einem Nebenstörkörper im WSW verursacht werden, der aber über Tage nicht zu erkennen ist.



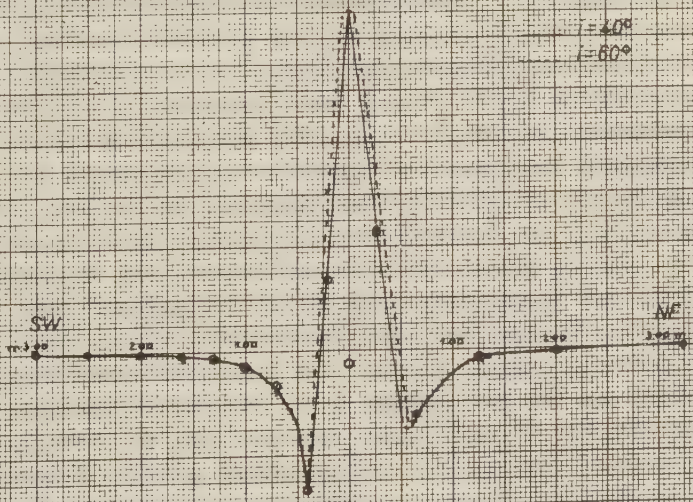


Fig. 21 ANZENBERG
BERECHNETE PROFILE
1:5000

I=40°
I=60°

Die berechneten Profile für einen (sich tief in den Erdkörper hinein erstreckenden) zylindrischen Basaltkörper mit vertikaler Magnetisierungsrichtung sind in Fig.22 eingetragen, berechnet für eine Eindringtiefe von 200 m bezw. ∞.

Die befriedigende Übereinstimmung der gerechneten und der gemessenen Anomalien in den vier Beispielen hat gezeigt, daß wir es bei diesen Basaltvorkommen vornehmlich mit langen, zylinderförmigen Schleten zu tun haben, deren Magnetisierung teils vertikal, teils geneigt zum Lot orientiert ist. Zugleich ergibt sich bei diesen Beispielen, daß vertikale Magnetisierungsrichtungen mit kreisförmigen Querschnitten und geneigten Magnetisierungsrichtungen mit elliptischem Querschnitten zusammen vorkommen, wobei das Azimut der Magnetisierung mit der großen Achse der Ellipse zusammenfällt. Andererseits besagt die Übereinstimmung aber auch, daß das angewandte Verfahren zur Berechnung der Anomalien zu brauchbaren Ergebnissen führt.

6. Die Tektonik in der Umgebung der Basaltvorkommen der Obervolta und die Entstehung der letzteren.

Aus verfeinerten, stratigraphischen Untersuchungen konnte SCHRÖDER (1950) neue Gesichtspunkte über die tektonischen Verhältnisse des Keupers im Untersuchungsgebiet dieser Arbeit gewinnen. Nach ihm handelt es sich bei der Tektonik unseres Untersuchungsgebietes um einen Schisetyp, also um einen Typ, bei welchem sich an einer Störung sowohl einengende wie ausweitende Tendenzen bemerkbar machen. Die einzelnen Schollen der Bruchtektonik sind vertikal gegeneinander versetzt, es lassen sich keine horizontalen Verschiebungen nachweisen. Die Verstellung nimmt in der Nähe der Fränkischen Linie zu. Betrachtet man sie im großen, so kann man finden, daß die Schollen in Mittel mit zunehmendem Abstand von den kristallinen Schiefern tiefer liegen. Die Strukturelemente, Sättel und Mulden, in unserem Gebiet sind auf der einen Seite antiherzynisch (NW-SE) und auf der anderen Seite herzynisch (NE-SW). Die beiden Elemente interferieren. Dadurch sind zu ihnen parallele Störungen aufgetreten. Zwischendurch gibt es Brüche, die in einer Mittelrichtung verlaufen. Die Überlagerung der Sättel und Mulden in den beiden Richtungen, herzynische und

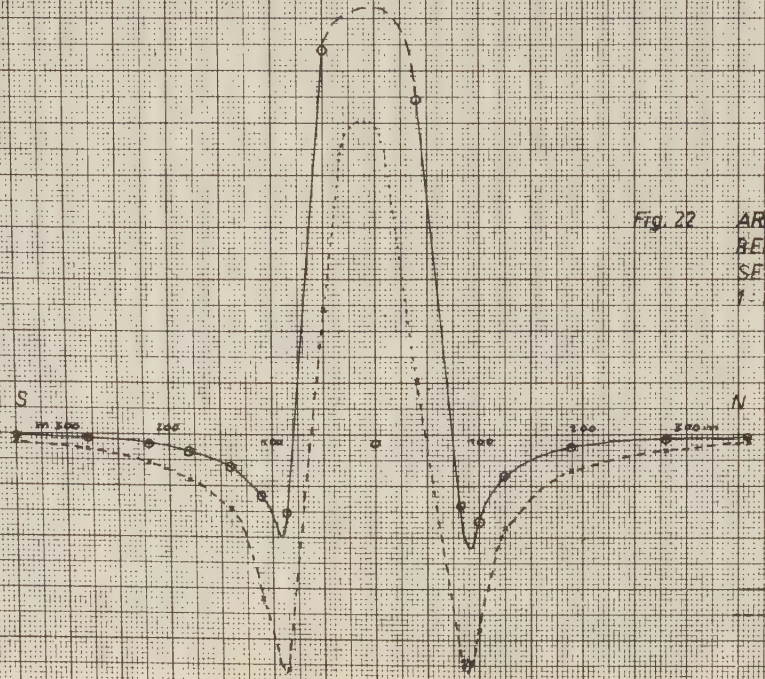


Fig. 22 ARMESBERG
BERECHNETES PROFIL FÜR
SENKRECHT MAGNETISIERUNG
1 : 5000

——— ZYLINDER TIEFE UNENDLICH
– – – „ „ „ „ 200 m

antiherzynische, geben Beulen-Strukturen. Diese sind in der herzynischen Richtung, der vorwiegenden Streichrichtung des Gebietes, besser ausgeprägt als in der senkrecht dazu gelegenen antiherzynischen Richtung. Streichkurvenkarten lassen solche Bildungen erkennen. (Eine Streichkurve ist vergleichbar mit einer Isohypse. Sie ist aber nicht auf die Erdoberfläche bezogen, sondern auf einen ausgewählten, geologischen Horizont.)

Strukturell stellen der Schloßberg, der Kuschberg, der Anzenberg, der Rauhe Kulm usw. solche Beulen-Formen dar. Die Beulen werden von den tertiären Basalten als Aufstiegspunkte bevorzugt. Beulen, die strukturell ausgeprägt, aber von oberflächlich kartierbaren Basalten nicht durchbrochen sind, nennt SCHRÖDER (1958) "Fehlbesetzung". Ein Beispiel dafür stellt die Höhe bei Atzmannsberg dar. Die Vermessung eines über diese Höhe in W-E Richtung gelegten Profils, hat keine Anomalie ergeben. Es wird daher vermutet, daß auch keine Intrusion vorliegt. Solche Strukturen sind ein Beweis dafür, daß die Beulenformen vor den Basaltdurchbrüchen vorhanden waren und nicht durch diese gebildet worden sind. Sie sind als Schwächezonen bevorzugt vom emporsteigenden Basalt als Aufstiegswege benutzt worden.

Für das Alter des Basaltvulkanismus in der Oberpfalz gibt SCHRÖDER Obermiocän an. Dem Vulkanismus im benachbarten Fichtelgebirge schreibt SÖLLNER (1958) das gleiche Alter zu. Von längerer Dauer war die vulkanische Tätigkeit im Egertalgraben. Sie reicht vom oberen Oligocän bis in das Miocän hinein.

Die herzynischen und antiherzynischen Verbiegungen sind älter als die Bruchtektonik. Tektonische Bewegungen nach den Basaltdurchbrüchen lassen sich heute nicht mehr direkt feststellen, da keine Sedimente aus dem Obermiocän mehr erhalten geblieben sind. Das Alter der Tektonik dürfte aber prä-Oberturon sein. Das Emporsteigen der Basalte dürfte somit zeitlich unabhängig von der Tektonik vor sich gegangen sein. Im Anzenberg durchsetzt die E-W Störung den Basalt nicht. Die Basalte sind im Keuper steckengeblieben.

Wie oben schon angedeutet worden ist, ist SCHRÖDER anhand anderer Beweise zu der Auffassung gekommen, daß die Beulen

nicht als Aufpressungen aufzufassen sind, die bei der Eruption entstanden sind. Andererseits sind die Beulen auch nicht als Ursache für die Eruption der Basalte anzusehen. Die Auslösung muß in Zusammenhang gebracht werden mit der Einsenkung des Egertalgrabens. Ein ähnlicher Zusammenhang zwischen Grabeneinbruch und zeitlich gebundenem Basaltvulkanismus besteht z.B.nach MURAWSKY (1957) zwischen dem Einbruch des Leinetales bei Göttingen und dem Vulkanismus westlich des Leinegrabens.

Im benachbarten Fichtelgebirge sind nach SÖLLNER (1958) die Basaltvorkommen in einer einzigen Eruptions-Phase gefördert worden. Es lassen sich nämlich petrographisch keine zeitlichen Verschiedenheiten finden. Die Ausbruchsperiode hat hier mit der Förderung basaltischer Lava begonnen, die einen hohen Gasgehalt besessen haben muß, was aus den eingeschlossenen, langgezogenen Blasenhohlräumen zu schließen ist. Ihr folgten dann Aschentuffe mit viel Quarzkörnern. Nach einer Ruheperiode ist schließlich Nephelinmagma mit Graniteinschlüssen gefördert worden. Als ultrabasisches Material und wahrscheinlich auch wegen seiner hohen Temperatur war es leicht beweglich gewesen. Es konnte sich so als dünnflüssiges Magma rasch nach allen Richtungen hin ausbreiten und ein relativ großes Gebiet bedecken. Dabei kühlte es sich aber ziemlich rasch ab. Der Aufstiegsschlot dürfte in einer tektonisch schwachen Zone gelegen sein.

In unserem Untersuchungsgebiet ändern sich aber die Maßstäbe. Es handelt sich um verhältnismäßig kleine Vorkommen, deren äußere Gestalt mehr oder weniger einem Zylinder ähnlich ist. Die Schlotfüllungen stehen in Keuperschichten. Die Abtragung ist bis in dieses Niveau erfolgt. Der härtere Basalt hat die unmittelbar benachbarten Schichten gegen Abtragung geschützt. Man kann aber zwischen dem Rauhen Kulm, der einem kräftigen Basaltschlot repräsentiert, und dem Kuschberg, der einen Bergrücken darstellt, morphologisch unterscheiden. Dies bedeutet ferner, daß die Verschiedenheit in der Morphologie sehr wahrscheinlich auf eine etwas geänderte Entstehungsgeschichte zurückzuführen ist.

Der Kontakt zwischen dem Basalt und dem Nebengestein soll uns auch Auskunft über die Entstehung der Basalte geben. KORITNIG (1954,1955) untersuchte Kontakterscheinungen und führte sie auf die verschiedenen Formen des Eindringmechanis-

zurück. Er unterscheidet zwei Fälle in dieser Hinsicht: 1. Eine nach oben hin geschlossene Spalte oder auch Gang wird einmal rasch mit heißem Magma gefüllt, das sich dort abkühlt und erstarrt. Der Wärme- und Energiehaushalt ist in diesem Falle vorgegeben, und erfährt nach Beendigung des Füllprozesses keine Zufuhr mehr. 2. Durch den Gang oder die Spalte strömt längere Zeit entweder Anhaltend Magma oder zumindest heiße Gase, welche Wärme und Energie hindurchtransportieren.

Es ist einleuchtend, daß in den beiden Fällen die Kontakterscheinungen anderer Art sein werden. Im ersten Fall steht nur eine begrenzte Wärmemenge zur Verfügung. Sie verursacht Kontakterscheinungen im Nebengestein, und zwar eine Umwandlung desselben, die u.a. eine Funktion des Abstandes vom Basalt ist. Im zweiten Fall dagegen wird ständig Wärme nachgeliefert. In unmittelbarer Nähe des Basalts werden Stücke des Gesteins losgerissen und zwar so lange als genügend Wärme zugeführt wird. Durch Strömung wird das fremde Material mit dem Magma transportiert und je nach dem Stand des Wärmehaushalts mehr oder weniger assimiliert. In günstigen Fällen, in denen Kontaktstellen zwischen Basalt und anstehendem Gestein beobachtet werden können, kann man über die Entstehung der Kontakterscheinungen entscheiden. Petrographische Untersuchungen der Basalte allein, was im nächsten Kapitel eingehend behandelt wird, geben uns auch Auskunft über die Kristallisationsvorgänge.

In engem Zusammenhang mit den eben besprochenen Problemen steht auch die für unser Untersuchungsgebiet wichtige Frage, wieviel von den Decken der Oberpfälzer Basaltvorkommen, falls solche überhaupt vorhanden waren, oder von den Basaltschloten und allen übrigen Produkten der Eruption durch die Erosion bis heute weggetragen worden sind. In unserem Gebiet findet man heute keine Tuffe. Die Flanken der Berge mit Basaltvorkommen bestehen aus Koupergesteinen. Über sie sind bis in große Entfernungen vom Gipfel Basaltblöcke gestreut. Die Erstreckung dieser Verwitterungsprodukte gibt uns einen Anhaltspunkt über das Ausmaß der Abtragung. Im Falle des Rauhen Kulm reichen zwar die Blockfelder bis ungefähr 1,5 km vom Gipfel. Nach einer Verebnung im Altpliozän dürfte die Landschaft bis heute unverändert geblieben sein und es ist anzunehmen, daß keine größeren Basaltmengen, wie z.B. Lavadecken, abgetragen worden sind als die,

die in den Blockfeldern vorhanden sind.

Einige Basaltschlote im Gebiet Kemnath zeigen Säulenbildungen, z.B. Schloßberg und Aigner Kuppe. Es wird vermutet, daß auch der Rauhe Kulm diese Art der Absonderung besitzt. Dies kann wohl aus dem weiten Blockfeld, das sich um den Gipfel des Berges herum ausdehnt, geschlossen werden. Großartige Säulenbildungen in fächerförmiger Anordnung zeigt der südlich von diesem Meßgebiet gelegene Parkstein.

Betrachtet man die Basaltvorkommen der Oberpfalz nach diesen Gesichtspunkten, so bekommt man ein geschlossenes Bild. Vom Egertal her bis in unser Untersuchungsgebiet und noch darüber hinaus bis zum südlich davon gelegenen Parkstein nimmt die geförderte Basaltmasse immer mehr ab. Die Basaltschlote in der Oberpfalz möchte ich nicht als Schächte auffassen, in denen viel Material gefördert worden ist, sondern als Schlote, in denen das emporsteigende Material steckengeblieben ist. Da wir uns am äußersten Rand der Tektonik des Egertalgrabens befinden, ist die Energie nicht mehr so groß gewesen, um größere Massen zu fördern. Die Bildung von Tuffen und Basaltdecken dürfte nur minimal gewesen sein.

7. Die Petrographie der untersuchten Basalte.

Eine petrographische Untersuchung der Basalte der Oberpfalz ist aus verschiedenen Gründen vorgenommen worden. Erstens sollte der Volumen-Prozentgehalt der Ferromagnetika bestimmt werden. Dieser ist bekanntlich für die Magnetisierung des Gesteins verantwortlich zu machen. Das Erz ist sehr fein im Basalt verteilt. Im Durchschnitt bleibt seine Korngröße unter 0,01o mm. Abb.1 und 2 bringen Anschliffe,die den Erzgehalt der Basalte zeigen. Die Auszählung ist mittels eines Punktschreibers auf Anschliffen erfolgt. Die Auszählung auf Anschliffen hat den großen Vorteil, daß der Holmes-Effekt in die Betrachtungen nicht eingeht (CHAYES 1956). Man braucht daher an den Ergebnissen keine Korrektur anbringen.

Dagegen erfordert die Auszählung an Dünnschliffen eine Verbesserung hinsichtlich dieses Effektes. Die Verbesserung hängt von der Korngröße des zu messenden Minerals und vom der Homogenität seiner Verteilung im Gestein ab. Um beide Auszählmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit vergleichen zu

können, ist die Auszählung bei Probe 7 (s.Tab.I) sowohl an einem Dünnschliff wie an einem Anschliff vorgenommen worden. Für den Dünnschliff ergab sich für das Erz ein Volumen-Prozentgehalt von 8,66 %. Seine mittlere Korngröße beträgt 0,015 mm. Für den Korrekturfaktor gibt CHAYES (1956) folgende Beziehung an: $\frac{4r}{4r+3k}$. Hier bedeuten r den Radius der mittleren Korngrößen und k die Dicke des Schliffes. Mittels dieses Korrekturfaktor erhalten wir einen endgültigen Volumen-Prozentgehalt für das Erz von 3,5%. Die Auszählung am Anschliff hat 2,47 Volumenprozent Erz ergeben. Die Resultate sind befriedigend. Wie die Tab.I zeigt, schwankt der Prozentgehalt an Erz von Vorkommen zu Vorkommen und auch von Probe zu Probe beim gleichen Vorkommen.

Außer dem Volumengehalt ist auch die Korngröße des Erzes Schwankungen unterworfen. Diese beeinflußt die Meßgenauigkeit. Je feiner nämlich das Korn wird, desto ungenauer werden die Integrationswerte. In verschiedenen Vorkommen sind die Korngrößen unterschiedlich auf verschieden alte Erzkristalle verteilt: auf eine ältere Generation, die grobkörnig ist und auf eine jüngere (Grundmasse-Generation), welche feinkörnig ausgebildet ist. Letztere kann so fein werden, daß die Integration wegen zu großer Unzuverlässigkeit unmöglich wird.

Ein Beispiel hierfür stellen die Basalte des Kuschberges dar. Im Anschliff Nr. 31 beträgt die Korngröße im Mittel 0,005 mm. Man kann aber an den Korngrößen deutlich zwei Generationen von Erz erkennen. Die Korngröße der einen ist zehnmal größer als die der anderen. Ein Mineral, das sich in einem frühen Stadium kristallisiert hat und hierfür viel Zeit hat, bildet verhältnismäßig große Körner. Ein sich rasch abkühlendes Magma bildet, wenn überhaupt, nur sehr feine Kristalle. Die Erzkomponente mit sehr kleinen Korngrößen ist außerdem mit der Grundmasse verwachsen, was auch im Dünnschliff beobachtet werden kann. Man kann sie deshalb als Grundmasse-Generation bezeichnen.

Das Erz ist in den meisten Fällen im Basalt sehr gleichmäßig verteilt (Abb.1, 2). Das Reflexionsvermögen ist gut und die Farbe ist grau mit einem Stich nach rosa. Dies deutet auf einen nicht entmischten Titanomagnetit hin. Petersen (Diplomarbeit) untersuchte Basaltproben des Rauhen Kulm. Aus der

Tabelle I: Erzgehalt

Anschliff	Nr.	Punkte: Gesamt	Punkte: Erz	% Erz	Korngröße mm Mittel aus 50
Rauher Kulm	1	3146	130	4,13	0,013
	1	3106	118	3,8	0,015
	138	3541	124	3,5	0,013
	139	3226	158	4,85	0,0075
	140	3196	127	3,97	0,008
	141	3261	121	3,71	0,008
			Mittelwert:	3,99	
Kühhübel	148	3354	180	5,37	0,0044
	149	3171	158	4,98	0,0051
	151	3261	185	5,68	0,0061
	153	3204	179	5,6	0,0039
	4	3033	109	3,6	0,007
			Mittelwert:	5,05	
Lerchenbühl	155	3181	181	5,7	0,0049
	157	3156	128	4,05	0,0031
	158	3247	159	4,9	0,0034
	159	3321	135	4,06	
	29	2357	64	2,7	0,0114
			Mittelwert:	4,28	
Schloßberg	7	3722	92	2,47	0,0075
	62	3159	115	3,64	0,006
	63	3160	114	3,6	0,0053
	71	3150	100	3,17	0,0032
			Mittelwert:	3,22	
Wunschenberg	121	3163	141	4,45	0,0042
	123	3136	84	2,68	0,0114
	126	3251	126	3,51	0,0056
			Mittelwert:	3,55	
Aigner Kuppe N	104	3338	183	5,5	0,0038
	109	3373	255	7,56	0,009
			Mittelwert:	6,53	
Aigner Kuppe S	11	3085	180	5,5	0,0081
	112	3259	213	6,54	0,0037
	113	3193	180	5,63	
	114	3102	168	5,13	0,0125
			Mittelwert:	5,70	
Ansenberg	160	3465	117	3,47	0,0036
	161	3873	80	2,06	0,0077
	164	3150	68	2,16	0,0295
			Mittelwert:	2,54	

noch

Tabelle I: Erzgehalt

Anschliff	Nr.	Punkte: Gesamt	Punkte: Erz	% Erz	Korngröße Mittel aus 50
Armesberg	128	3237	103	3,18	0,0104
	129	3197	91	2,85	0,0104
	130	3116	74	2,38	0,0056
			Mittelwert:	2,80	
Kusch	8	2962	106	3,6	0,005
	167	3241	111	3,43	0,0145
			Mittelwert:	3,51	
Kuschberg	55	2028	86	4,43	0,0041
	56	3190	141	4,4	0,005
	49	3248	202	6,22	0,005
			Mittelwert:	5,0	

besonderen Form der Js - T Kurve schloss er, daß die Erzkörper in verschiedenen Komponenten entmischen. Nach mehrstündiger, künstlicher Erhitzung, bilden sich Entmischungslamellen aus Ilmenit und Hämatit. Abb.3, die mir dankenswerterweise von Herrn Petersen zur Verfügung gestellt worden ist, zeigt ein solches entmischtes Korn. In der Natur sind solche entmischten Körner bei Basalten selten. Abb.4 zeigt ein solches vom Wunschenberg. Die Erze der Basalte aus dem Gebiet um Kemnath sind also Titanomagnetite.

Nach den untersuchten Anschliffen zu schließen, enthalten die Basalte des Untersuchungsgebietes dieser Arbeit kaum andere Erze als Titanomagnetit. Magnetkies kommt selten vor.

Die petrographische Untersuchung der Basalte sollte ferner noch dazu dienen, im Dünnschliff die mineralogischen und strukturellen Eigenschaften derselben festzustellen. Die Untersuchungen sollten dabei nur einen groben Überblick geben. Danach konnten die Basalte des Gebietes von Kemnath in zwei Typen unterteilt werden, die jedoch durch weniger häufige Übergänge miteinander verbunden sind. Es sind dies:

1. Der Schloßbergtyp: Es ist ein mittel- bis kleinkörniger Basalt. Die Grundmasse besteht aus Pyroxen, Olivin- und Erzkristalliten. Plagioklase sind sehr untergeordnet. Sie zeigen sich nur als feine Leisten. Auffallend an diesem Typ sind Olivinknollen (im Sinne von ERNST (1935)). Sie bestehen aus Aggregaten von Olivin, welcher nicht ideomorph ist, aus Orthopyroxen und es treten auch dunkelbraune Chromitkörner auf (Abb.5). Die Olivinknollen zeigen undulöse Auslöschung und die sogenannten Translationslamellen. Es bilden sich auch ideomorphe, große Pyroxene, die meistens sehr viele Einschlüsse in der Mitte enthalten. Sie besitzen einen Rand, der frei von Einschlüsse ist und oft auch einen titanhaltigen Außensaum. Die Grundmasse enthält auch Glas.

Einzelne Olivinkörner sind auch in den Basalten vom Schloßbergtyp zu finden (Abb.6, 7). Sie zeigen ähnliche mineralogische Eigenschaften wie die Olivine in den Knollen. Zum Schloßberg-Typ gehören die Basalte folgender Vorkommen in der Oberpfalz:

1. Schloßberg
2. Rauher Kulm
3. Anzenberg
4. Armesberg

2. Der Kuschberg-Typ: Zu diesem Typ gehören die Basalte der Vorkommen:

1. Kuschberg
2. Lerchenbühl
3. Kühhübel
4. Aigner Kuppe.

Der Kuschberg-Typ zeigt porphyristische Struktur (Abb.8, 9,10). Olivin allein bildet Einsprenglinge, die im Gegensatz zum 1.Typ meist idiomorph sind. Die Grundmasse ist sehr feinkristallin und enthält in den Zwischenräumen, zwischen den feinen Pyroxenen und Olivinen, Glas. Die Olivine zeigen oft Resorptionserscheinungen. Der Kuschberg-Typ enthält sehr viele Nebengesteinseinschlüsse, die meist weitgehend assimiliert sind.

Außer diesen augenfälligen Unterschieden zwischen den beiden Typen lassen sich noch verschiedene, interessante Einzelheiten feststellen.

1. Die Basalte des Untersuchungsgebietes sind im allgemeinen Olivin-Pyroxen-Titanomagnetit-Gesteine, die wenig Plagioklas enthalten. Plagioklas bildet sich meistens als feine Kristallite in der Grundmasse, sehr häufig als Hohlraumfüllung zusammen mit Zeoliten und Glas.

2. Die untersuchten Dünnschliffe vom Wunschenberg enthalten den eben erwähnten Gesteinen gegenüber mehr Plagioklas, stehen also den typischen Basalten näher. Aber auch hier ist sehr viel Olivin enthalten, und zwar in Kristallen von 3-5 cm Durchmesser, sowie in solchen von mikroskopischen Größen. Der Olivin ist verwittert, makroskopisch sieht man ein gelbes, lockeres Material und mikroskopisch erkennt man Iddingsit. Allgemein tritt auch eine Serpentinisierung des Olivins auf mit der Färbung von Eisenhydroxyd.

3. In einem Schliff des Typs Kuschberg ist ein Chromitkorn gefunden worden. Dies mag darauf hindeuten, daß auch in diesem Typ einst Olivin-Knollen vorhanden waren. Diese sind später jedoch aufgezehrt worden. Nur von Chromit allein ist ein, allerdings unbekannter, Anteil erhalten geblieben.

4. Der Typ Schloßberg enthält ebenfalls Fremdeinschlüsse. Solche sind hier aber selten und nur von einem dünnen Reaktionssaum umgeben. Es bilden sich in diesem Saum pyroxene Kristallite. Die breiten Reaktionssäume des Kuschberg-Typs fehlen.

5. Die Dünnschliffe Nr.49 vom Kuschberg und Nr.151 vom Kühhübel, die beide zum Kuschberg-Typ gehören, zeigen, daß

diese Vorkommen Einschlüsse enthalten, welche aus basaltischem Material bestehen. Daraus darf man schließen, daß einer ersten Ausbruchsphase später eine zweite gefolgt ist, die Fragmente der ersten in sich eingeschlossen hat.

6. Die Resorptionserscheinungen an den Olivinkristallen des Typs Kuschberg stellen die Auswirkungen eines chemischen Ungleichgewichtes dar. Die früh kristallisierten Olivine sind später auf Grund der hier gegebenen Zustandsbedingungen instabil geworden und haben mit dem Magma reagiert. Sie sind vom Magma buchtig korrodiert worden.

Den Olivin-Knollen des Schloßberg-Typs fehlen dagegen solche Resorptionsschläuche. Die Resorption schafft charakteristische, gezackte oder treppenförmige Ränder und Figuren in den Randzonen, die dadurch entstehen, daß die Reaktionen entlang der Kristall-Flächen und Spaltrichtungen bevorzugt angreifen. In den Dünnschliffen kann man alle Schritte dieser Reaktionsentwicklung erkennen. Auch in den hier wiedergegebenen Aufnahmen sind sie zu sehen. Abb.11 zeigt einen der seltenen, idiomorphen Feldspateinsprenglinge, der eine ähnliche, kristallographisch gesteuerte Resorption erkennen läßt.

7. Im Typ 2 können Pyroxene durch Anlagerung in der Schmelze Aggregate bilden. Die Pyroxene dieses Typs zeigen häufig Zonarbau mit anomalen Interferenzfarben im Kern. Typ 1 zeigt diese Erscheinungen nicht, oder nur selten.

8. Der Kontakt zwischen dem basaltischen Material und dem Nebengestein konnte an verschiedenen Steinbrüchen beobachtet werden. In der Literatur (vgl.z.B.WALDECK,1905)wurden die beobachteten Basaltverdrängungen der ungestörten Sedimentschichten als Deutung für ruhigen Aufstieg der Magma angenommen. Ein Beispiel dafür beitet jetzt noch eine Wand im Steinbruch Aigener Kuppe Nord. Abb.12 zeigt eine solche Stelle, wo sich das Magma eingedrängt hat, ohne irgendeine Störung der Schichten verursacht zu haben. Es muß also das anstehende Sediment im Magma assimiliert worden sein. Ungeklärt bleibt aber die Frage, wieviel des anstehenden Sediments assimiliert wurde: ob diese Verdrängung eine Randerscheinung ist, oder ob sie einen großen Teil des Basaltkörpers umfaßte.

Für die Untersuchung der Kontakterscheinungen erwies sich die Menge des Magma als wichtig (KORITNIG 1955,1954).

Es scheint, daß sich im Gebiet Kemnath zwei Typen von Magmaausbrüchen bemerkbar machen: a) eine ziemlich große Magmaförderung, die sich gewaltige Basaltschlote schuf (z.B.Rauher Kulm und Schloßberg); b) eine kleine Magmaförderung, die Assimilation des Nebengesteins verursacht hat. Es kann sich dabei um Intrusionskörper gehandelt haben.

9. Der Kontakt zwischen dem basaltischen Material und dem Nebengestein, ein Keuper Sandstein, wurde an Hand von Dünnschliffen vom Kusch mikroskopisch untersucht. Diese Dünnschliffe zeigten eine Art von verfestigtem Sandstein, mit roter Färbung, der Kontakterscheinungen aufwies. Es haben sich Chloritnadeln gebildet und die Quarzkörner zeigen mehr oder weniger Mosaikstruktur. Am Kontakt ist das basaltische Material braun und glasig und enthält sehr viele Quarzeinschlüsse, die ein Reaktionsrand umschließt. Kristallisierte Minerale kommen kaum vor, man kann nur noch Keime von Kristallen erkennen. Der Sandstein ist einer weitgehenden Zerstückelung unterworfen. Das glasige Magmamaterial umschließt die Körner und die Stücke des Sandsteins und bildet in dieser Weise eine Art Grundmasse.

Wenn diese Unterschiede zwischen den beiden Typen echt und nicht vorgetäuscht sind, so bedeuten sie, daß die Basaltvorkommen unseres Untersuchungsgebietes auf zwei verschiedene Arten entstanden sind. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, daß alle Basalte des Schloßberg-Typs positiv, und diejenigen des Kuschberg-Typs dagegen negativ magnetisiert sind.

8. Zur Magnetisierung der Basalte im Raum von Kemnath.

Die Messung der magnetischen Störfelder über den Basaltvorkommen der Oberpfalz mit der Feldwaage im Gelände hat uns Aussagen geliefert über die Magnetisierungsrichtung und die Gestalt der Basaltkörper. Mittels der theoretischen Berechnungen sollten diese Ergebnisse nachgeprüft werden. Weiterhin kann der Magnetisierungsvektor der Basalte und seine Streuung an orientiert entnommenen Handstücken bestimmt werden. Man bekommt mit allen drei Untersuchungsmethoden,die sich gegenseitig unterstützen und ergänzen, ein relativ gutes Bild über die Magnetisierungsverhältnisse der zu untersuchenden Gesteinskörper.

Bei der Entnahme der Handstücke im Gelände ist Wert darauf zu legen, daß sie orientiert entnommen werden. Bei der Entnahme der Proben wurde Gips auf die vorsichtig gelockerten Proben gebracht. Mit Hilfe der Kompaßlibelle wird auf den noch weichen Gips eine horizontale Fläche aufgedrückt, auf der die Richtung des Erdfeldes eingezeichnet wird. Die Proben-Entnahme erfolgte an Steinbrüchen, soweit solche vorhanden sind, oder an kleinen Schurfstellen.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich weniger um Spezialuntersuchungen an einem Basaltvorkommen, sondern mehr um eine allgemeine Übersicht, um eine Kartierung. Es ist daher mehr Wert darauf gelegt worden, von allen Vorkommen Handstücke zu entnehmen, als auf die Entnahme einer großen Anzahl von Handstücken an einem Einzelvorkommen. Aus den Steinbrüchen sind jeweils sechs Probestücke ausgewählt worden, die möglichst gleichmäßig über denselben verteilt sind. Am Schloßberg konnten vom Nord-, Ost- und Südhang Proben entnommen werden. Beim Armesberg war es schwierig, anstehenden Basalt zu finden, da auf dem Gipfel des Berges eine Wallfahrtskirche gebaut worden ist. Vom Ansenberg konnten Handstücke von Schürfen unterhalb des Gipfels entnommen werden, und vom Rauhen Kulm von der E-Seite

Die eigentlichen Messungen sind im Institut in München durchgeführt worden. Hierfür stand ein Oerstedtmeter nach Förster zur Verfügung. Das Meßgerät besitzt 10 Meßbereiche. Mit dem empfindlichsten Meßbereich kann eine Feldstärke von 1 γ nachgewiesen werden. Dieser Meßbereich kann bei den Messungen in den Räumen des Instituts nicht voll ausgenützt werden, da die Schwankungen in ihnen, die durch technische Störungen erzeugt werden, bei ± 5 γ liegen. Es konnte also nur mit dem nächstunempfindlicheren Bereich von 10 γ gearbeitet werden. Für die Untersuchung der Basaltproben ist diese Empfindlichkeit völlig ausreichend, da die Handstücke relativ stark magnetisiert sind. Die Ergebnisse der Einzelmessungen liegen größenordnungsmäßig zwischen 10 und 1000 γ. Die Untersuchung der Proben brauchte also an keinem ungestörteren Ort vorgenommen werden.

Die Eichung des Oerstedtmeters hat BADER (Diplom-Arbeit) ausgeführt. Er benutzte dafür ein Kolloid von Magnetit (hergestellt von SOFFEL (Diplom-Arbeit)), dessen Magnetisierung

aus dem Magnetitgehalt berechnet werden kann. Da sich das magnetische Feld einer magnetisierten Kugel leicht berechnen läßt, kann die Eichung mittels eines kugelförmigen Gefäßes durchgeführt werden, das man mit dem Magnetitkolloid füllt.

Aus den Basalthandstücken können kugelförmige Körper nur äußerst schwer und mit Kostenaufwand hergestellt werden. Wesentlich einfacher ist dies für würfelförmige Körper zu bewerkstelligen. Es wurde daher auch ein Würfel mit Kolloid gefüllt und dessen Wirkung auf das Oerstedtmeter bestimmt. In der untenstehenden Tabelle sind die Dimensionen eines Würfels und einer Kugel gegenübergestellt, die denselben Einfluß auf das Oerstedtmeter bewirken, wobei diese natürlich aus demselben Material bestehen müssen. In der dritten Spalte ist unter dem wirksamen Abstand diejenige Größe angegeben, mit der man in die Formel für die Berechnung der magnetischen Feldstärke einer magnetisierten Kugel eingehen muß, um die Feldstärke am Ort des Mittelpunktes der Meßsonde des Oerstedtmeters zu erhalten. Es ist dies nicht der wahre Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Kugel und dem des Meßmagneten, sondern der korrigierte Wert, bei welchem auch der integrative Einfluß der Sonde berücksichtigt ist. In der letzten Spalte ist der Umrechnungsfaktor ε angegeben, mit welchem aus dem am Instrument abgelesenen Zahlenwert die Magnetisierung der Kugel berechnet werden kann.

Tabelle II

Würfel Kantengröße	Kugel Radius	wirksamer Abstand e	Umrechnungsfaktor ε
6,0	4,0	5,02	0,235
5,5	3,66	4,67	0,247
5,0	3,33	4,27	0,258
4,5	3,00	3,90	0,273
4,0	2,66	3,50	0,292
3,5	2,33	3,00	0,304

Ein Teil der untersuchten Proben ist in Würfel geschnitten worden. Die Kantenlängen derselben sind von 3,5 cm bis 6 cm. Wie unten noch gezeigt wird, ist es auch noch zulässig, die Handstücke unbearbeitet, im rohen Zustand, für die Messungen zu benutzen. Die Dimensionen derselben sind im allgemeinen größer als 6 cm. Für die Berechnung der Magnetisierung ist in diesen Fällen der Umrechnungsfaktor 0,235 benutzt

worden. Es wurden 6 Messungen an jeder Probe vorgenommen:
a) bei Würfeln eine Messung je Würfelfläche,
b) bei ungeschnittenen Proben an je 3 gegenüberliegenden Punktpaaren.

Betrachtet man die Meßwerte M_1, M_2 an zwei gegenüberliegenden Meßpunkten P_1,P_2, so liefert

$$M_1 + M_2 = 2\,J_{ind}$$
$$M_1 - M_2 = 2\,J_{rem}.$$

Damit erhält man von jeder Probe 3 Werte für J und 3 Werte für die Remanens. Bei der Remanens stellen die 3 Meßwerte die Komponente eines Vektors dar, des Magnetisierungsvektors.

In der Tabelle III sind die Ergebnisse der Messungen an den Handstücken zusammengestellt. Sie sind nach den Entnahmeorten der Proben geordnet. Die Zahlen geben die Nummern des Institutsregisters an. Bei einigen Proben sind am gleichen Stück zwei oder mehr Messungen vorgenommen worden. Teils ist an der ungeschnittenen Probe und später am geschnittenen Würfel gemessen worden. In die Tabelle sind bei diesen Fällen die Mittelwerte aus den verschiedenen Messungen eingetragen worden. Diese Fälle sind durch ein (m) hinter der Registernummer gekennzeichnet. In der zweiten und dritten Spalte sind die Deklination D und die Inklination I der Magnetisierung der Proben enthalten. Es folgt dann der Wert für die Suszeptibilität k, in Einheiten von 10^{-4}, und für die remanente Magnetisierung J_{rem} in Einheiten von 10^{-3} Γ. Aus der induktiven Magnetisierung und der Größe des Erdfeldes, hier wurde (0,47 Γ) genommen, ist die Suszeptibilität k errechnet worden. In der 6. Spalte ist das Verhältnis der remanenten zur induktiven Magnetisierung, J_{rem}/J_{ind} = Q (Q-Faktor nach Koenigsberger) aufgenommen. Setzt man voraus, daß die Suszeptibilität keine Anisotropie aufweist, dann müssen die 3 Werte der induktiven Magnetisierung gleich sein. Mittelt man diese 3 Werte, die sich im allgemeinen als nicht gleich herausstellen, $\frac{1}{3}\sum_{1}^{3} J_{ind} = \bar{J}_{ind}$, und bildet die Abweichungen, so kann man die Differenz $\Delta J_{x\,ind} = J_{x\,ind} - \bar{J}_{ind}$ bilden. Das quadratische Mittel dieser Differenz

$$\sqrt{\frac{\sum \Delta J^2(1,2,3)}{n\,(n-1)}} = \overline{\Delta J}$$

kann man als Maß für die Unsicherheit der Messungen sehen.

Tabelle III

Probe Nr.	D	I	$\kappa 10^{-4}$	$J_{rem} 10^{-5}$	Q	$\frac{\Delta J}{J_{rem}}$ %	
Rauher Kulm							
138	N 9° W	63°	1,3	,35	5,5	12	
139	N	70°	4,8	148	6,7	2,4	
140(m)	N 41° E	62°	8	109	2,9	12	Θ_T = 21°
141(m)	N 55° W	73°	7,2	130	3,4	5	I = 71°
	Mittelwert:		5,3	105			D = N
Schloßberg							
62	N 9° W	40°	6,2	,56	2	,0,1	
63	N 27° E	72°	18	138	1,6	15	
64(m)	N 9° E	48°	9	115	2,7	5,2	
71	N 85° W	45°	6,4	89	2,9	,3,2	
75(m)	S 43° E	6°	8,8	,92	2	13,5	
173	N 34° E	62°	2,1	187	20	2,5	
174(m)	N 15° E	42°	4,3	121	5,9	2,9	Θ_T = 33°
175(m)	N 45° E	71°	7,2	132	5,9	2,9	I = 66°
	Mittelwert:		7,7	116			D = N 19° E
Kuschberg							
49	S 20° W	-46°	,6,9	355	11	0,2	
51	S	-44°	14,1	374	5,5	5	
52(m)	N 13° E	-30°	8,8	183	2	5,4	I = -75°
	Mittelwert:		9,9	290			D = S 3° E
Anzenberg							
160	N 22° W	62°	9	160	3,8	14	
161	N 70° W	17°	,4,8	199	9	1,6	
162	N 39° W	5°	10,1	465	100	2,6	
163	N 17° W	37°	19,9	530	5,5	9,2	
164	N 42° W	22°	12,1	290	5	2,2	Θ_T = 40°
165	N 36° W	6°	,7	507	100	5,6	I = 21,8°
	Mittelwert:		10,5	357			D = N 20,5°
Armesberg							
129	N 52° E	44°	6,8	94	2,9	7,5	
130	S 54° W	17°	4,4	45	2,2	4	

Tabelle III

Probe Nr.	D	I	$k \cdot 10^{-4}$	$J_{rem} \cdot 10^{-5}$	Q	$\frac{\overline{\Delta J}}{J_{rem}}$ %	
Kühhübel							
148	N 73° W	- 61°	23	267	2,5	16	
149	S 30° W	- 62°	28,7	188	1,4	8	
150	S 19° E	- 65°	22	310	3	1	
151	S 42° W	- 58°	22	395	3,8	10	
152	S 84° W	- 75°	21,8	204	2	5,7	Θ_{95} = 17°
153	S 57° W	- 49°	11	535	10	1,8	I = -67°
	Mittelwert:		21.4	316			D = S 49,5°W
Lerchenbühl,							
154	N 19° W	21°	12,5	331	5,5	2,5	
155	S 4° E	- 73°	20	206	2,2	3	
156	S 58° W	- 61°	22,4	205	2	2,8	
157(m)	S 56° W	- 59°	25,4	205	1,7	6,6	
158	N 6° W	- 25°	14	322	4,5	11,6	Θ_{95} = 40°
159	S 41° W	- 58°	8,5	102	2,6	16	I = -65°
	Mittelwert:		17.1	245			D = N 70°W
Aigner N							
104	S 34° E	- 62°	22,4	115	1,1	2,1	
105	N 30° W	20°	11,5	236	4,3	5,5	
106	S 72° E	- 80°	11,7	215	3,5	10,4	
108	S 55° W	- 82°	18,3	40	0,5	17,2	
109	W	49°	19,2	30	0,4	17,3	
110	S 57° E	- 65°	10,9	88	1,7	3,8	I = -74°
	Mittelwert:		15.7	120			D = S 73°W
Aigner S							
111	N 3° W	55°	21,3	96	1	3,7	
112	N 11° E	54°	14,3	67	0,7	15,8	
113	N	- 84°	18,7	86	1	7,1	
114	S 10° W	- 86°	17,3	44	0,5	25	
115	N 45° W	- 73°	20	122	1,3	11,2	
116	S 72° E	- 74°	17,5	134	1,6	10	I = -58°
	Mittelwert:		18,2	91			D = N 5°E

Tabelle III

Probe Nr.	D	I	$k \cdot 10^{-4}$	$J_{rem} \cdot 10^{-5}$	Q	$\frac{\overline{\Delta J}}{J_{rem}}$ %	
Galgenberg							
169	N 57° E	58°	6,2	292	10	1,2	
170	S 57° W	47°	9,8	375	8,3	3,5	
171	N 50° E	72°	18	301	3,6	5,5	Θ_J = 40°
172	N 41° E	67°	41	280	1,4	6,2	I = 81°
	Mittelwert:		18,8	312			D = N 41° E
Rusch							
166	S 66° E	61°	18	263	5,2	13,6	
167	N 68° E	70°	3	121	8,3	3,2	Θ_J = 38°
168	N 29° E	74°	10	221	5,8	8	I = 72°
	Mittelwert:		10,3	204			D = N 81° E
Wunschenberg							
120	N 65° E	68°	7	62	1,9	5,6	
121	N 23° E	65°	10,5	213	4,3	10,4	
122	S 80° E	54°	4,3	70	3,5	4,1	
123	N 4° E	58°	3	119	8,3	11,5	
124	N 18° E	45°	11,2	172	3,3	9,2	
125	N 45° E	56°	2,5	100	8,3	2,8	Θ_J = 14°
126	N 45° W	69°	12,7	91	1,5	13	I = 65°
	Mittelwert:		7,3	118			D = N 32° E

Um ein Maß für die Sicherheit der Richtung der remanenten Magnetisierung zu erhalten, kann man $\frac{\Delta J}{J_{rem}}$ bilden, in der Tabelle in % ausgedrückt.

Aus den Magnetisierungsrichtungen, die für die einzelnen Proben bestimmt worden sind, ist für jedes Basaltvorkommen getrennt eine mittlere Magnetisierungsrichtung, ausgedrückt durch Inklination und Deklination, berechnet worden. Für die meisten Vorkommen läßt sich nach FISHER (1953) ein Streuwinkel Θ_p oder, vielleicht besser ausgedrückt, Streukegel berechnen nach $1 - c = \frac{N - R}{R}\left[\left(\frac{1}{p}\right)^{1/N-1} - 1\right]$. $c = \cos\Theta_p, p = 0{,}05, N$ = Anzahl der Messungen, R = Summe aller gemessenen Vektoren. Ganz rechts in der Tabelle sind die mittlere Magnetisierungsrichtung und die Streuwinkel für die einzelnen Basaltvorkommen eingetragen worden.

Es sind 36 in Würfel geschnittene Proben und 32 ungeschnittene Proben untersucht worden. Daraus ergab sich, daß der mittlere quadratische Fehler in der remanenten Magnetisierung bei den geschnittenen Proben 5,9% und bei den ungeschnittenen 9% beträgt. Für die induktive Magnetisierung sind die entsprechenden Zahlen 18,3% und 25,7%. Die großen Fehler hängen hier von dem kleinen induktiven Betrag der Magnetisierung ab. Da die letztere Zahl nicht wesentlich größer ist als die erstere, erscheint es gerechtfertigt, unbearbeitete Handstücke für die Messungen heranzuziehen, was eine wesentliche Ersparnis an Zeit und Arbeit bedeutet. Darnach wurden beide Messungen, an geschnittenen, so wie an ungeschnittenen Proben, in die Ergebnisse mit einbezogen. Der mittlere quadratische Fehler beträgt dann 7,3%. Bei der Handstückentnahme kann man auch schon darauf achten, möglichst Proben mit glatten Flächen und von würfelähnlicher Gestalt auszusuchen. Die Proben von den Basaltvorkommen der Oberpfalz hatten zum Teil sehr willkürliche Gestalt. Es ist dabei mehrmals auch an besonders scharfen Kanten gemessen worden. Beim Vergleich zeigte sich, daß diese die Meßwerte wenig verfälschen, so lange die Unebenheiten der gemessenen Stelle im Verhältnis zu der Halblänge der Sonde klein bleiben.

Bei den Messungen mußte dagegen besondere Sorgfalt darauf gelegt worden, daß die Probe möglichst genau an zwei

diametral zueinander gelegenen Punkten an die Sonde gehalten worden ist, um auf diese Weise die induzierte und die remanente Komponente der Magnetisierung möglichst genau zu erhalten. Um einen Eindruck zu erhalten, wie genau die Messungen an ungeschnittenen Proben sind, sind an der Probe Nr.115 von Aigner S zwei voneinander unabhängige Messungen vorgenommen worden. Sie lieferten folgendes Ergebnis:

	Messung I	Messung II	
Deklination	N 45° W	N 49° W	(Messung II in die
Inklination	+ 73°	+ 60°	Tabelle III nicht
Q	1,3	1,3	aufgenommen)
$\frac{\Delta J}{J_{rem}}$ %	11	7,5	

Die Streuung in der Richtung der Magnetisierung eines Vorkommens, gemessen an verschiedenen Proben, ist sehr groß. Dies drückt sich besonders in den Streuwinkeln Θ_F aus, die, sofern sie sich überhaupt berechnen lassen, ziemlich groß sind. Für $\Theta_F > 40^\circ$ sind die Voraussetzungen der Theorie von FISHER (1953) nicht mehr erfüllt. Θ_F gibt an, daß mit 95% Wahrscheinlichkeit zu rechnen ist, daß die wahre Magnetisierungsrichtung innerhalb des Streukegels liegt. Wie bei anderen statistischen Arbeiten (ANGENHEISTER 1956) darf auch hier bei der Bestimmung der Magnetisierungsrichtung jeder Probe nur das gleiche Gewicht beigegeben werden. Mehrfache Messungen an einer Probe (in der Tabelle mit (m) bezeichnet) dürfen zuerst nur gemittelt werden und in der statistischen Betrachtung darf nur der Mittelwert mit dem Gewicht einer Messung eingeführt werden(COX u.DOELL 1960).

Weiterhin ist nun noch die mittlere Magnetisierungsrichtung aller untersuchten Basaltvorkommen ermittelt worden und zwar aus den Mittelwerten für jedes Vorkommen. Bei Vorkommen mit negativer Magnetisierung ist diese zuerst um 180° gedreht worden. Insgesamt sind es 11 Vorkommen, über die gemittelt werden konnte. Als Mittelwerte für die Basaltvorkommen der Oberpfalz hat sich ergeben:

$$D_M = N\ 35^\circ E;\ I_M = 76^\circ;\ \text{und}\ \Theta_F = 15^\circ.$$

Zum Vergleich hat Angenheister 1956 aus Messungen an 42 Ergüssen des Vogelsberges folgende Mittelwerte für die Basalte des Vogelsberges erhalten, wobei auch hier die negativen Magnetisierungsrichtungen um 180° gedreht worden sind:

$$D_M = N\ 8{,}3^\circ E;\ I_M = 59{,}8^\circ;\ \text{und}\ \Theta_F = 5{,}9^\circ.$$

Die mittleren Magnetisierungsrichtungen der beiden tertiären Basaltvorkommen weichen ziemlich stark voneinander ab. Dies wird noch anschaulicher durch die Berechnung der zugeordneten Pole des Dipolfeldes. Es wird angenommen, daß Inklination und Deklination der remanenten Magnetisierung mit der Feldrichtung eines zentrisch in der Erdmitte gelegenen Dipolfeldes zusammenfällt. Unter dieser Annahme ist die Lage des zugeordneten Pols oder der Durchstoß-Punkt (oft auch als erdmagnetischer Pol bezeichnet) der Dipol-Achse an der Erdoberfläche festgelegt. Vorkommen aus verschiedenen Teilen der Erde liefern verschieden zugeordnete Pole, die miteinander verglichen werden können. Es sei ausdrücklich betont, daß die Annahme (Gleichheit der Richtung des Erdfeldes und der Richtung der Magnetisierung der Probe) hier nur eingeführt werden, um die Vergleichbarkeit der Messungen anzuzeigen. Aus der mittleren Magnetisierungsrichtung der Basalte der Oberpfalz und aus der der Basalte des Vogelsberges ergibt sich:

Pol Kemnath geogr.Länge 54°E, geogr.Breite 59°N, $\Theta_y = 15^{\circ}$

Pol Vogelsberg geogr.Länge 150°E, geogr.Breite 75°N, $\Theta_y = 6^{\circ}$.

COX und DOELL (1960) haben die Ergebnisse aller Messungen an tertiären Gesteinen zusammengestellt. Es zeigt sich, daß die Pole relativ eng beieinander liegen. Ihre Streubereiche überschneiden sich. Das gilt auch für den Pol der Basalte des Vogelsberges. Fig.23 zeigt nach COX und DOELL(1960) die Ergebnisse der Berechnung der zugeordneten Pole an Gesteinen aus Europa, hier zusammen mit dem Pol aus dem Kemnath-Gebiet. Die Streuung dp und dm sind nach

$dp = 1/2\ (1 + 3\ \cos^3 p)\ \delta\ I$

$dm = \sin p\ dI/\cos I$

berechnet worden. p ist der Abstand Beobachtungspunkt zu Pol. Man berechnet p aus: $\operatorname{ctg} p = 1/2\ \operatorname{tg} I$. dp zeichnet man in Richtung P, dm senkrecht dazu.

Werte für das Kemnath-Gebiet $dp = 25{,}5^{\circ}$, $dm = 27{,}5^{\circ}$

Werte für den Vogelsberg $dp = 6{,}5^{\circ}$, $dm = 8{,}5^{\circ}$.

Die Basalte vom Kemnath-Gebiet zeigen einen anderen zugeordneten Pol als die des Vogelsberges und auch andere tertiäre Basalte. Dies verleitet zu der Ansicht, daß bei

Fig. 23 Zugeordneter Pol mit Streuungsbereich für das Kemnath-Gebiet, im Vergleich mit anderen Polen tertiären Gesteinen. (nach COX und DOELL)

den Basalten der Oberpfalz die Magnetisierungsrichtung nicht nur durch die Richtung des damaligen Erdfeldes bestimmt wird, sondern noch durch andere Faktoren. Bei der Besprechung der Feldmessungen und bei der Modellberechnung ist schon darauf hingewiesen worden, daß Zusammenhänge zwischen der Form der Basaltkörper und der Richtung der Magnetisierung zu bestehen scheinen. Die Magnetisierungsrichtung fällt weitgehend mit der Längsachse der Basaltkörper überein. Dies wird auch durch die Messung der Magnetisierungsrichtung an Handstücken gestützt. Die Basaltschlote des Rauhen Kulm, des Schloßberges, des Ansen-Berges und des Armesberges weisen ziemlich eindeutig auf solche Zusammenhänge hin.

9. Zusammenfassung.

1. Die Messungen des magnetischen Feldes der verschiedenen Basaltvorkommen weisen auf Unterschiede unter sich hin (siehe Figuren). 8 Vorkommen sind positiv, 5 sind negativ magnetisiert (Definition S.11).

2. Die Auszählnomogramme sind für die Auswertung der Körper, die in dieser Arbeit betrachtet werden, gut zu bearbeiten. Der Topographie-Effekt ist hier, wegen der kegelförmigen Form der Basaltberge, entscheidend für den Verlauf der magnetischen Anomalie. Auf die Topographie in der Nähe eines Basaltschlotes muß man sehr sorgfältig achten. Durch Änderung des Maßstabes bei der Auszählung kann man hinreichende Genauigkeit erreichen.

3. Die Basaltkörper sind senkrecht stehende Schlote, die im Rahmen der rechnerischen Behandlung als unendlich angesehen werden können. Z.B. zeigt die grobe Abschätzung, nach der der Armesberg nur bis 200 m reichen soll, einen Verlauf der Z-Anomalie, der mit der gemessenen nicht vereinbart werden kann.

4. Es ergab sich weiter bei der Auswertung von vier Beispielen: Rauher Kulm, Schloßberg, Anzenberg und Armesberg, daß vertikale Magnetisierungsrichtungen und kreisförmige Querschnitte, geneigte Magnetisierungsrichtungen und elliptische Querschnitte zusammen vorkommen.

5. Über die Entstehung der Basaltschlote schließe ich mich der Arbeit von SCHRÖDER (1958) an - die Aufstiegspunkte der Basalte sind an strukturelle Beulen gebunden. Es scheint, als ob einige Schlote die Oberfläche zur Zeit der Genese nicht erreicht haben können, z.B. der Kuschberg, die Aigener Kuppe, der Kühhübel und der Lerchenbühl, also der "Kuschberg Typ". Die Schlote der anderen Gruppe dürften die Oberfläche zur Zeit der Genese erreicht haben, Bildung von Tuffen am Anzenberg deuten darauf hin. Aber es scheint, daß die Vulkantätigkeit minimal war, Lavadecken wurden nicht entwickelt.

6. Der Erzgehalt, Titanomagnetit, der verschiedenen Basaltvorkommen schwankt zwischen 2,5 - 6,5%.

7. Petrographisch konnte man 2 Gruppen unterscheiden: der "Schloßberg-Typ", klein- bis mittel-kristallin, enthält Olivinknollen bis 2 mm groß. Der "Kuschberg-Typ" auf der anderen Seite weist porphyritische Struktur auf. Olivin hat sich zu idiomorphen Kristallen gebildet; die Grundmasse ist feinkristallin und enthält viele fremde Einschlüsse. Glas ist in beiden Typen vorhanden und beträgt schätzungsweise 10% des Volumengehalts.

8. Die petrographisch unterscheidbaren Typen haben auch verschiedene Magnetisierungsrichtungen: der "Schloßberg-Typ" ist positiv, der "Kuschberg-Typ" dagegen negativ magnetisiert.

9. Die Messungen an orientierten Basaltproben haben gezeigt, daß die Richtung der Magnetisierung für die einzelnen Vorkommen großen Abweichungen unterworfen sind. Sie läßt sich durch mehr Proben einengen. Die Berechnungen zeigten weiter, daß der zugeordnete Pol des Dipolfeldes aller Vorkommen im Raum Kemnath einschließlich der negativ magnetisierten Vorkommen, nach 180° Drehung ihrer Magnetisierungsrichtung, eine Richtung aufweist, die von der anderer tertiärer Vorkommen abweicht.

Abb.1 Anzenberg: Anschliff Nr. 164
Titanomagnetit-Körner, 0,072-0,040 mm

Abb.2 Aigner S: Anschliff Nr. 113
Titanomagnetit-Körner 0,070-0,009 mm

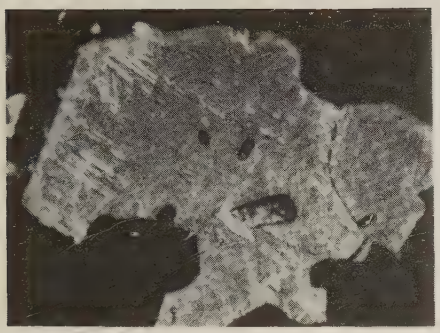


Abb.3 Rauher Kulm: Entmischungslamellen aus Ilmenit und Hämatit. Nach mehrstündiger,künstlicher Erhitzung (nach Petersen) 1000 x

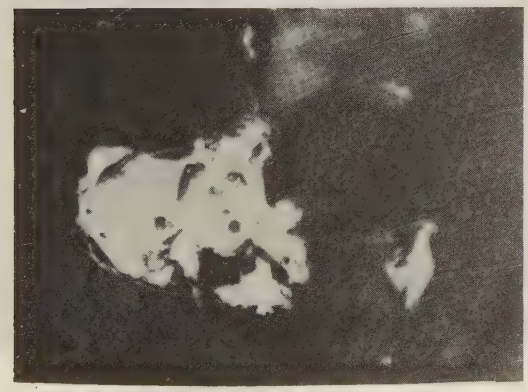


Abb.4 Wunschenberg: Anschliff Nr.123 zeigt ein großes Titanomagnetitkorn (0,126 mm) das Entmischungslamellen von Natur hat.

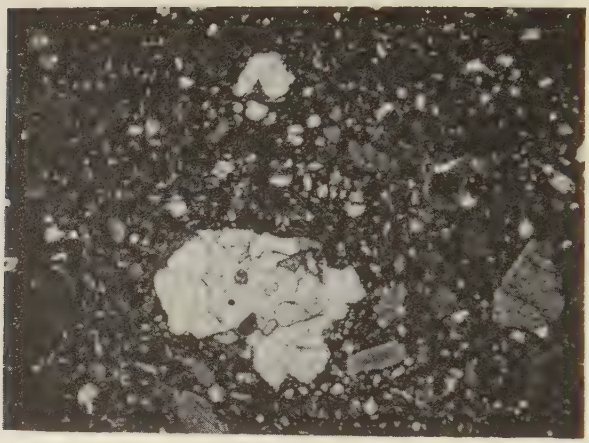


Abb.5 Schloßberg: Dünnschliff Nr. 72
zeigt einen Olivinknollen, der
Chronit und Orthopyroxen enthält.
10 x

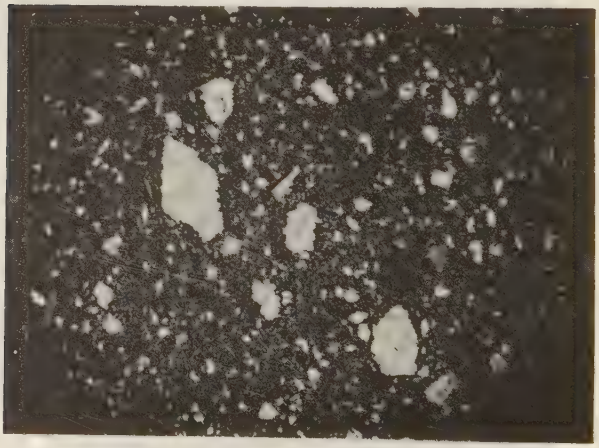


Abb.6 Rauher Kulm: Dünnschliff Nr.140
Xenomorphe Olivin-Kristalle in
sonst kleinkristallinem Basalt.
10

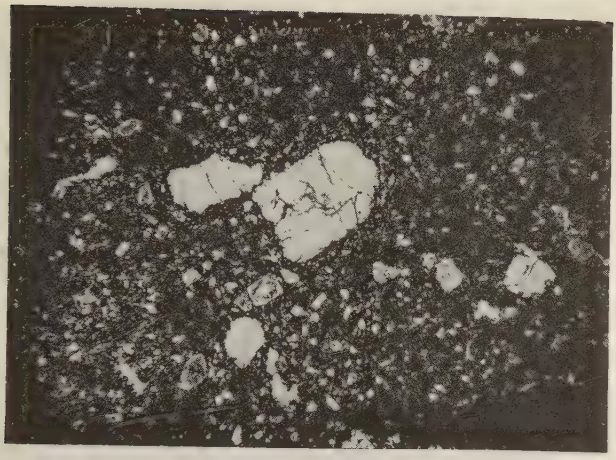


Abb.7 Armesberg: Dünnschliff Nr. 130
Olivin-Kristalle in sonst klein-kristallinem Basalt. 10 x

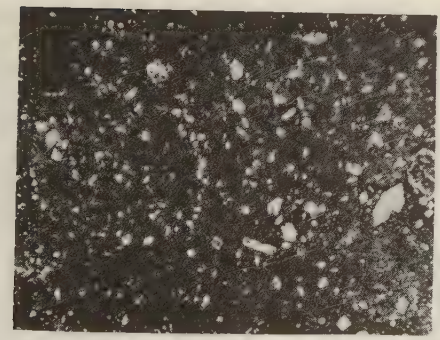


Abb.8 Kuschberg: Dünnschliff Nr. 55
Idiomorphe Olivin-Kristalle in feiner Grundmasse. 10 x

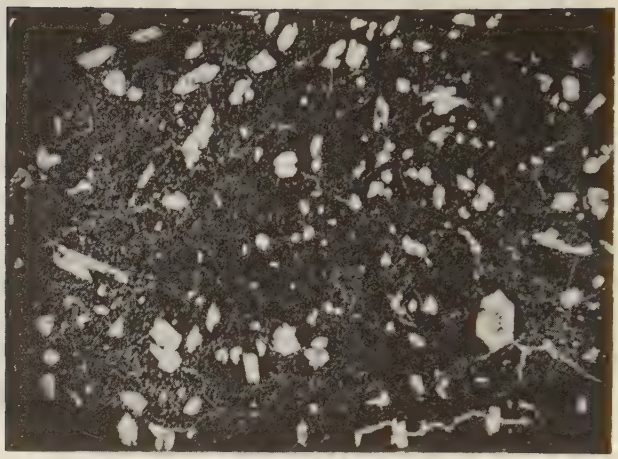


Abb. 9 Aigner N: Dünnschliff Nr. 109
Idiomorphe Olivin-Kristalle in
feiner Grundmasse. 10x

Abb.10 Lerchenbühl: Dünnschliff Nr.159
Fremde Sandstein-Einschlüsse in
Basalt mit Reaktionsrand. 10x

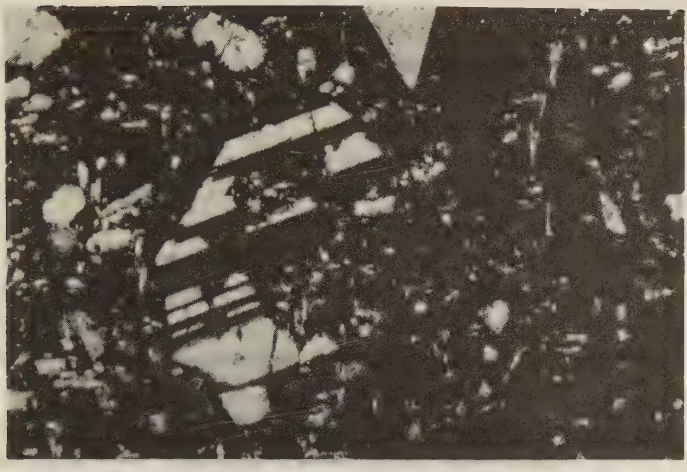


Abb. 11 Rauher Kulm: Dünnschliff Nr. 1
Idiomorpher Plagioklas mit
Resorption

Abb. 12 Aigner Kuppe N: Basalt dringt in
anstehende Schichten ein:
Assimilations-Erscheinung

11. Literaturnachweis.

Angenheister,G.: Über die Magnetisierung der Basalte des Vogelsberges. Nachr.d.Aka.d.Wissenschaft.in Göttingen,Math.-Phys.Klasse, 1956, Nr.9, S. 187 - 204.

Bülow, K.v.: Geologie für Jedermann. Stuttgart 1954.

Chayes, F.: Petrographic Modal Analysis. Chapman & Hall, Lt., London 1956.

Cook, K.L.: Quantitative Interpretation of Vertical Magnetic Anomalies over Veins. Geophysics 15 Nr.4, Houston/Texas, 1950.

Cox, A. und Doell, R.R.: Review of Paleomagnetism. Bull.of the Geolog.Soc.of America. 71, 1960, S.645 - 768.

Ernst,T.: Der Melilithbasalt des Westberges bei Hofgeismar, ein Assimilationsprodukt Ultrabasischen Gesteins. Chemie der Erde, 1936/10, S.631-670.

Fisher,R.A.: Dispersion on a sphere. Proceedings of the Royal Soc. A.217, 1953, S.295.

Freud,H.: Handbuch der Mikroskopie in der Technik,IV Mikroskopie der Silikate, Teil 1: Mikroskopie der Gesteine. Umschau-Verlag,Frankfurt am Main 1955.

Gümbel,C.W.: Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges oder des bayerischen und oberpfälzer Waldgebirges. Gotha 1868.

Haalck,H.: Theorie der magnetischen Aufschlußmethoden. Z.f.Geophysik 2, 1926, S.1-11.

Haalck,H.: Lehrbuch der angewandten Geophysik.Berlin 1953

Haalck,F.: A Torsion Magnetometer for Measuring the Vertical Compenents of the Earth Magnetic Field. Geophys.Prosp. IV,No.4,Den Haag 1956,S.424-44.

Hahn,A.: Erfahrungen mit dem Torsions-Magnetometer Gfz der Askaniawerke Berlin. Z.f.Geophysik 1958, H.2, S.106-112.

Hennig,A.: Kritische Betrachtungen zur Volumen- und Oberflächenmessung in der Mikroskopie. Zeiss Werkzeitschr. 30, 1958 S.78.

Hermann,R.: Klufttektonische Untersuchungen im Granit des Steinwaldes und in seiner Umgebung (nördliche Oberpfalz). Z.deutsch.geol.Ges.110, 2.Tl.,1958

Jaeger,J.C.: The temperature in the neighbourhood of a cooling intrusive sheet. Am.J.of Science, Vol.225, 1957, S.306-318

Jakosky,J.J.: Exploration Geophysics. Times and Mirror Press, 1950.

Janosky,B.M.: Paleomagnetismus. Geophysica, Vol.7, No.2, 1952-1958.

Jung,K.: Angewandte Geophysik. 1948.

Koritnig,S.: Die Vorgänge bei der Kontaktbildung im Buntsandstein durch die Basalte der Blauen Kuppe und des Alpstein, Nordhessen.Heidelberg.Beitr. 3.Min.und Petrogr. 4,1954, S.84 - 98

Koritnig,S.: Die Blaue Kuppe bei Eschwege mit ihren Kontakterscheinungen. Heidelberg.Beitr. 3.Min.und Petrogr. 5, 1955, S. 504 - 521.

Larisch,G.: Die Verteilung des Titans in Gesteinen des tertiären Vulkanismus, untersucht am Beispiel der Sächsischen Basalte und Phonolithe. Diplomarbeit Freiberg, 1957.

Neel, L.: L'inversion de l'aimantation permanente des Roches. Ann.de Geophys. Vol. 7, 1951, S.90

Ramdohr,P.: Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. Akad. Verl., Berlin 1955

Richarz,St.: Die Basalte der Oberpfalz. Z.deutsch.geol.Ges.72, Berlin 1920.

Rittmann,A.: Die Vulkane und ihre Tätigkeit. Ferd.Enke Verl. Stuttgart, 1960.

Schröder,B.: Stratigraphie und Tektonik vor der Fränkischen Linie bei Kemnath-Pressath (Opf.), und die tektonische Lage der Basalt-Durchbrüche. Erlanger geol.Abh.,H.27, S.1 - 72, Erlangen 1958.

Soellner,K.: Der Olivin-Nephelinit des großen Teichelberges bei Groschlattengrün.Inaugural-Diss.,München 1958.

Strunz,H.: Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern. Verl. Gust.Bosse, Regensbrug 1953.

Uyeda, Seiya: Magnetic Interaction between Ferromagnetic Materials contained in Rocks. J.Geomagnetism and Geoelectricity, Vol.VII, 1955, No.1-2

Waldeck,H.: Vulkanische Eruptionen in der Oberpfälzer Trias und den angrenzenden Gebietsteilen während der Tertiär-Periode. Inaugural-Diss., Erlangen Bamberg 1905.

Wurm,A.: Abriß der Geologie von Bayern r.d.Rheins. Abteilung V: Der geologische Aufbau des Fichtelgebirges und Oberpfälzer Waldes und der angrenzenden Gebiete. Verl.v.R.Oldenbourg und Piloty & Loehle. München 1924.

Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1 : 500 000. Bearbeitet vom Bayer. Geolog.Landesamt, München 1954.

L e b e n s l a u f

Ich wurde am 21.9.1929 als Tochter des Ingenieurs Mohammad REFAI (gestorben) und dessen Ehefrau Ekbal SHAFIK in Heliopolis,Kairo, Ägypten, geboren. Von 1937-47 besuchte ich die Ägyptische Staatsschule in Heliopolis und machte mein Schlußexamen der Secondry School in wissenschaftlichen Fächern. Darauf studierte ich vier Jahre an der Faculty of Science Kairo University, Geologie, Chemie, Zoologie und Botanik und legte 1951 das B.Sc. in Geologie ab. Im Jahre 1954 legte ich das M.Sc., ebenso in Geologie mit dem Thema "Über Wüstenverwitterung, Wüsten-Feinrelief und Denkmalzerfall in Ägypten" (veröffentlicht in der Zeitschrift Neues Jb.Geol.u.Paläontol.,Abh.101, 2, S.227-256, Stuttgart, unter KNETSCH,G.und REFAI,E.) ab. Gleichzeitig war ich in dieser Zeit -von 1951 - 1957- als Assistentin am Geology Department, Faculty of Science,Kairo University, beschäftigt.

Im Mai 1957 begann ich mein Studium in Geophysik an der Universität München, Institut für Angewandte Geophysik, nachdem ich ein Stipendium der Universität Kairo erhielt. Unter der Leitung des verehrten Herrn Professors Dr.Gustav ANGENHEISTER fertigte ich in dieser Zeit meine Dissertation an.